SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECCION GENERAL DE AERONAUTICA CIVIL
CENTRO INTERNACIONAL DE ADIESTRAMIENTO
DE AVIACION CIVIL



MEDICINA AERONAUTICA

814

MEXICO, D. F.

CENTRO INTERNACIONAL DE
ADIESTRAMIENTO DE AVIACION CIVIL.
SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES.
MEXICO, D. F.



MED/2.- MEDICINA AERONAUTICA.

PRIMERA PARTE

ESPECIALIDAD PARA PILOTO AVIADOR COMERCIAL.

Por: DR. LUIS A. AMEZCUA GONZALEZ.



P R O L O G O .

El personal técnico aeronáutico tanto de vuelo, como el que presta sus servicios en tierra, está expuesto durante su trabajo a una serie de alteraciones y efectos nocivos en su organismo atribuibles a factores propios del medio en que labora, cuyo conocimiento es de vital importancia para dicho personal a fin de aplicar oportunamente las medidas preventivas contra dichos efectos e identificar facil y tempranamente los trastornos iniciales en su organismo, evitando que estos evolucionen hasta producir una incapacidad física o mental, temporal o permanente, que comprometa la seguridad de sus actividades, la eficiencia en el desempeño de las mismas, el futuro de su carrera dentro de la aviación, y aún la propia vida o la de las tripulaciones y pasajeros.

El estudio de estas alteraciones y de las medidas preventivas recomendadas, constituyen una parte importantísima de la MEDICINA DE AVIACION, la cual se describe en forma resumida y sencilla en estas hojas de información, esperando que constituyan un material de consulta util para el personal técnico aeronáutico de nuestra aviación civil, y contribuyan en esa forma a incrementar la seguridad en el desempeño de sus actividades, y al mantenimiento eficiente de sus aptitudes físicas y mentales.

En esta primera parte se describen unicamente los efectos nocivos en el organismo como consecuencia de la exposición a la altitud y las medidas preventivas recomendadas contra dichos efectos, sugiriéndose que para la mejor utilización de este material así como el que se presentará en capítulos subsiguientes, debe complementarse su estudio con demostraciones prácticas, conferencias y utilización de material audio-visual adicional, para la mejor comprensión del mismo por parte del personal técnico aeronáutico.

Por otro lado la presente obra se ha incorporado al moderno sistema de instrucción programada. Para el efecto a la finalización de cada capítulo se presenta un temario con espacios en blanco para llenar por el propio estudiante.

La respuesta a cada una de las preguntas se encuentra en la parte inferior derecha de la pregunta, recomendando que con una hoja de papel se cubra toda la literatura a excepción de la pregunta por contestar, se conteste ésta y se compare con la respuesta, realizandolo las veces requeridas para la plena absorción del conocimiento.

C O N T E N I D O.

C A P I T U L O I.

1.0 FISICA DE LA ATMOSFERA.

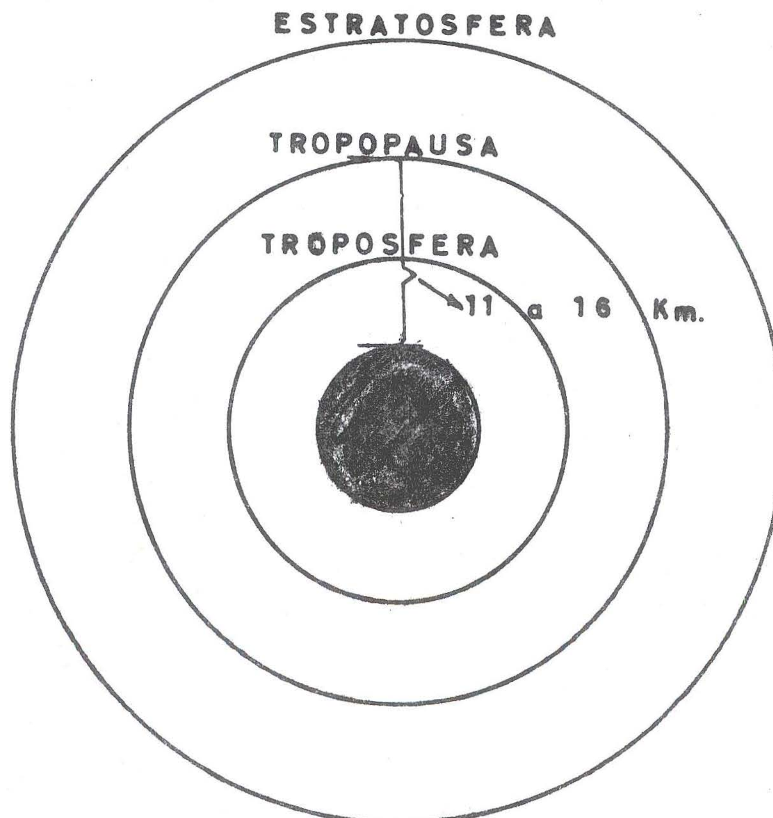
La atmósfera es una capa de gas que rodea la superficie terrestre y que se desplaza con la tierra en sus movimientos de rotación. La altitud exacta de la atmósfera no se conoce, pero por encima de los 150,000 pies las presiones se consideran nulas (menos de 1 mm. Hg.); desde el punto de vista fisiológico la altitud de 50,000' es la más importante, ya que por abajo de ésta los problemas conciernen al campo de la Medicina de Aviación, y por arriba de ella pertenecen a la Medicina del Espacio.

1.1 COMPOSICION DEL AIRE.

El aire atmosférico seco contiene 20.94% de oxígeno, 79.03% de nitrógeno, 0.03% de bióxido de carbono (CO_2), pequeñas cantidades de gases raros que no tienen importancia desde el punto de vista fisiológico, y vapor de agua. Esta composición porcentual del aire atmósferico se mantiene constante hasta altitudes aproximadas de 70,000', merced a la acción revolvente de las corrientes de aire de la atmósfera, no existiendo variaciones con la latitud.

1.2 DIVISION DE LA ATMOSFERA.

Existen diversos puntos de vista para realizar divisiones de la atmósfera, algunos de los cuales se consignan en el cuadro número 1, considerándose que desde el punto de vista práctico la más útil es la que se refiere a las condiciones físicas y meteorológicas de la atmósfera; desde este punto de vista se divide en 3 grandes capas a saber: tropósfera, estratósfera, y ionósfera; para los efectos prácticos en Medicina de Aviación consideraremos únicamente las dos primeras; la tropósfera y la estratósfera estan separadas una de otra por una capa intermedia llamada tropopausa. Fig. No. 1



La tropósfera es la capa más cercana a la superficie terrestre y está caracterizada por una temperatura variable, un contenido de humedad igualmente variable y por la presencia de turbulencia del aire. La capa superior o estratósfera se caracteriza por el contrario por una temperatura constante, una ausencia relativa de humedad y una ausencia de turbulencia, considerándose por ello la zona ideal para el vuelo. La tropopausa es una zona de transición cuya altura varía con la latitud y la estación del año, sabiéndose que se eleva durante el verano debido a la dilatación de los gases atmosféricos — por la acción calórica de los rayos solares, y se retrae durante el invierno, y que tiene una altitud aproximada entre 56M' y 60,000' a nivel del Ecuador y - - 24M' a 30,000' a nivel de los polos.

1.3 TEMPERATURA.

La temperatura de la tropósfera varía con la hora del día, - con la estación del año, con el clima, condiciones meteorológicas y con la altitud; disminuye aproximadamente 2°C (3.6°F) por cada 1,000' de altitud - - — (0.67°C por cada 100 mts.) llamándose a esta variación, gradiente de temperatura.

La temperatura en la estratósfera (zona isotérmica) es constante, siendo aproximadamente de -55°C o -67°F encontrándose una zona, (zona cálida) en la que la temperatura aumenta debido a la absorción de las radiaciones ultravioleta de la luz solar dando lugar a la formación de ozono; la mayor parte del ozeno se forma entre los 50M' y 140,000', encontrándose su máxima — concentración entre los 75M' y 80,000'.

1.4 DENSIDAD.

La densidad del aire es una expresión de la masa contenida - dentro de un volumen dado, y depende tanto de la presión como de la temperatura; a medida que aumenta la altitud, la disminución de la presión produce menos compresión del aire y tiende a disminuir la densidad, siendo parcialmente neutralizado este efecto sin embargo por la circunstancia de que igualmente — cuando aumenta la altitud disminuye la temperatura, aumentando con ello la densidad; el efecto resultante de la altitud sin embargo, consiste en una disminución de la densidad, lo cual a grandes altitudes interfiere con los procesos orgánicos normales.

1.5 PRESION.

La capa gaseosa que constituye la atmósfera tiene peso y es compresible, llamándose presión barométrica a la presión que la atmósfera ejerce sobre la superficie terrestre, la cual a nivel del mar equivale a 760 mm de Hg. o 14.7 lb./pulg^2. o 29.92 pulgadas de mercurio. Para simplificar. ésto — significa que el peso de una columna de atmósfera de 1 milímetro cuadrado a nivel del mar es igual a la presión que ejerce una columna de mercurio de 760 mm. de alto. La presión disminuye con la altitud en tal forma que a 18,000' es — igual a la mitad de dicha presión a nivel del mar (380 mm. Hg.), es decir equivale a media atmósfera. Tabla No. 1.

D I V I S I O N   D E   L A   A T M O S F E R A

1.- Considerando cambios físicos y meteorológicos.-

2.- Considerando alteraciones fisiologicas en el organismo.-

3.- Considerando capacidad de transmisión del sonido.-

1			2	3
ATMOSFERA INTERNA Alti. de N.M a aprox. 100 Km.	TROPOSFERA	Temperatura variable con la Altitud (-2°C x c/1000' de ascenso) contenido relativamente alto de humedad. Corrientes de Aire. Turbulencia. Asiento de Trast. meteorologicos P.B. reducida relativamente en mayor proporción con la altitud	ZONA FISIOLOGICA (de N.M. a 10M' de altitud)	ZONA ACUSTICA de N.M. a 50 millas)
	Tropopausa.			
	ESTRATOSFERA	Temperatura relat. constante (-56°C o -67°F). Ausencia relativa de humedad Ausencia de corrientes de aire. Ausencia de turbulencia. Ozono concentrado entre 75M' y 80M' con temp. de -10°C -- (capa calida).	ZONA FISIOLOGICAMENTE DEFICIENTE. (de 10M' a 50M').	ZONA TRANS. ACUSTICA de 50 a 120 millas.
	Estratopausa			
	IONOSFERA		ZONA PARCIALMENTE EQUIVALENTE AL ESPACIO. (de 50M' a 120 millas).	
	Ionopausa			
				ZONA ANACUSTICA. arriba de 100 millas
ATMOSFERA EXTERNA. (exosfera).			ZONA TOTALMENTE EQUIVALENTE AL ESPACIO O ESPACIAL (de 120 millas hacia arriba.)	

CUADRO No. 1

Presión en mm. Hg. y lb/pulg^2.

Altitud (pies)	Presión mm Hg	Presión p. s. i.
0	760.0	14.70
500	746.4	14.43
1000	732.9	14.17
1500	719.7	13.92
2000	706.6	13.66
2500	693.8	13.42
3000	681.1	13.17
3500	668.6	12.93
4000	656.3	12.69
4500	644.2	12.46
5000	632.3	12.23
5500	620.6	12.00
6000	609.0	11.78
6500	597.6	11.55
7000	586.4	11.34
7500	575.3	11.12
8000	564.4	10.91
8500	553.7	10.71
9000	543.2	10.50
9500	532.8	10.30
10000	522.6	10.11
10500	512.5	9.91
11000	502.6	9.72
11500	492.8	9.53
12000	483.3	9.35
12500	473.8	9.16
13000	464.5	8.98
13500	455.4	8.81
14000	446.4	8.63
14500	437.5	8.46
15000	428.8	8.29
15500	420.2	8.13
16000	411.8	7.96
16500	403.5	7.80
17000	395.3	7.64
17500	387.3	7.49
18000	379.4	7.34
18500	371.7	7.19
19000	364.0	7.04
19500	356.5	6.89
20000	349.1	6.75
20500	341.8	6.61
21000	334.6	6.47
21500	327.6	6.33
22000	320.8	6.20
22500	314.0	6.07
23000	307.4	5.94
23500	300.8	5.82
24000	294.4	5.70
24500	288.0	5.57
25000	281.8	5.45
25500	275.8	5.33
26000	269.8	5.22
26500	263.8	5.10
27000	258.0	4.99
27500	252.4	4.88
28000	246.8	4.77
28500	241.4	4.67
29000	236.0	4.56
29500	230.6	4.46
30000	225.6	4.36
30500	220.4	4.26
31000	215.4	4.17
31500	210.4	4.07
32000	205.6	3.98

Altitud (pies)	Presión mm Hg	Presión p. s. i.
32500	201.0	3.89
33000	196.3	3.80
33500	191.8	3.71
34000	187.3	3.62
34500	183.0	3.54
35000	178.7	3.46
35500	174.4	3.37
36000	170.3	3.29
36500	166.3	3.22
37000	162.4	3.14
37500	158.6	3.07
38000	154.8	2.99
38500	151.2	2.92
39000	147.5	2.85
39500	144.1	2.79
40000	140.7	2.72
40500	137.4	2.66
41000	134.1	2.59
41500	131.0	2.53
42000	127.9	2.47
42500	124.9	2.42
43000	121.9	2.36
43500	119.0	2.30
44000	116.2	2.25
44500	113.5	2.19
45000	110.9	2.14
45500	108.2	2.09
46000	105.6	2.04
46500	103.1	1.99
47000	100.7	1.95
47500	98.3	1.90
48000	96.0	1.86
48500	93.7	1.81
49000	91.5	1.77
49500	89.4	1.73
50000	87.3	1.69
50500	85.2	1.65
51000	83.2	1.61
51500	81.2	1.57
52000	79.3	1.53
52500	77.4	1.50
53000	75.6	1.46
53500	73.8	1.43
54000	72.1	1.39
54500	70.4	1.36
55000	68.8	1.33
55500	67.1	1.30
56000	65.5	1.27
56500	64.0	1.24
57000	62.4	1.21
57500	61.0	1.18
58000	59.5	1.15
58500	58.1	1.12
59000	56.8	1.10
59500	55.4	1.07
60000	54.1	1.05
60500	52.8	1.02
61000	51.6	0.998
61500	50.4	0.975
62000	49.2	0.951
62500	48.0	0.928
63000	46.9	0.907
63500	45.8	0.886
64000	44.7	0.864
64500	43.6	0.843

Altitud (pies)	Presión mm Hg	Presión lb/ft²
66000	40.6	113.2
68000	36.9	102.9
70000	33.6	93.52
72000	30.4	85.01
74000	27.7	77.26
76000	25.2	70.22
78000	22.9	63.8
80000	20.8	58.01
82000	18.9	52.72
84000	17.2	47.91
86000	15.6	43.55
88000	14.2	39.59
90000	12.9	35.95
92000	11.7	32.7
94000	10.7	29.71
96000	9.7	27.02
98000	8.8	24.55
100000	8.0	22.31
110000	5.0	13.92
120000	3.24	9.026
130000	2.18	6.071
140000	1.51	4.213
150000	1,08	3.003
160000	0.787	2.190
170000	0.583	1.624
180000	0.433	1.206

Altitud Pies.	Presión Microns Hg	Presión lb/ft²
190000	321.6	0.8956
200000	238.6	0.6645
210000	174.9	0.4869
220000	125.9	0.3504
230000	88.69	0.2470
240000	61.02	0.1699
250000	40.9	0.1139
260000	26.65	0.07422

Presión del día.
Densidad constante

270000	17.34	0.04829
280000	11.49	0.03200
290000	7.843	0.02184
300000	5.493	0.01530

TABLA No. 1

1.6 LEYES DE LOS GASES PERFECTOS.

A continuación se describen las 4 leyes fundamentales de los gases los cuales explican porqué se presentan alteraciones orgánicas cuando un ser humano se transporta a la altitud, siendo por ello fisiológicamente importantes:

I. Ley de Boyle. A temperatura constante el volumen de un gas es inversamente proporcional a la presión ejercida sobre dicho gas. Esta ley explica la enfermedad por descompresión debida a la presencia de gases "encerrados" en el organismo.

II. Ley de Henry. En una mezcla gaseosa, como el aire, la cantidad de un gas en solución es directamente proporcional a la presión parcial de dicho gas sobre el solvente. Esta ley explica la enfermedad por descompresión (aeroembolismo).

III. Ley de Dalton. La presión ejercida por una mezcla gaseosa es igual a la suma de las presiones parciales de cada uno de sus componentes. Esta ley explica la hipoxia.

IV. Ley de Charles. A presión constante, el volumen de un gas varía directamente con su temperatura absoluta. Esto explica la disminución de la presión en el sistema de oxígeno de un avión, en la altitud.

Se considera por último de importancia práctica en este capítulo mencionar los diferentes conceptos aeronáuticos de altitud, los cuales son los siguientes:

1) Altitud verdadera es la altitud real expresada en pies o metros, por encima del nivel del mar. Esta es la altitud más frecuentemente usada por el piloto, ya que requiere volar sobre obstáculos tales como montañas cuyas altitudes se expresan en pies sobre nivel del mar.

2) Altura de vuelo es la altitud real expresada en pies o en metros sobre el terreno que se vuela.

3) Altitud de presión es la altitud en pies que corresponde a una presión barométrica específica señalada en las tablas de presión atmosférica.

4) Altitud de densidad es la altitud expresada en pies o en metros correspondiente a una relación de densidad en la atmósfera standard; esta tiene importancia para el ingeniero con respecto al funcionamiento del aeroplano.

CUESTIONARIO RELATIVO AL CAPITULO 1.

La atmósfera esta compuesta de una mezcla de gases, de las cuales los más importantes son: __________ __________ __________.

oxígeno, nitró-- geno y bióxido - de carbono.

La composición porcentual del aire atmosférico se mantiene constante hasta a altitudes -- aproximadas de __________ pies.

70,000

Considerando las alteraciones físicas y meteo rológicas la atmósfera se divide en 3 capas: __________ __________ __________.

tropósfera, es-- tratósfera y io- nosfera.

La tropósfera se caracteriza por una temperatura __________, presencia de humedad y __________ del aire.

variable, turbu- lencia.

La estratósfera se caracteriza por una temperatura __________, ausencia de humedad y de - turbulencia, considerándose por ello la __________ __________ para el vuelo.

constante, zona ideal.

La temperatura en la tropósfera disminuye - - aproximadamente __________ por cada 1,000 - pies de altitud llamándose a esta variación - __________ de temperatura.

2°C (3.6°F), gra- diente.

La temperatura en la estratósfera es constante siendo aproximadamente de __________.

-55°C o -67°F.

La mayor concentración de ozono se encuentra entre los __________ __________ pies y se debe a la absorción de las radiaciones __________ de la luz solar.

75 y 80,000, ultravioletas.

La presión atmosférica a nivel del mar es de __________ mms. Hg., __________ lb. pulg^2. o - __________ pulgadas de mercurio.

760, 14.7, 29.92

La presión disminuye con la altitud siendo a 18,000 pies igual a la mitad de la presión a nivel del mar es decir equivale a ________ atmósfera.

media.

Según la ley de Boyle el volumen de un gas - es __________ proporcional a la presión -- ejercida sobre dicho gas.

inversamente.

La ley de Boyle explica la ________ de los gases en la altitud.

expansión.

LAG/yg.

C A P I T U L O 2.

2.0 MECANISMOS DE LA RESPIRACION Y CIRCULACION HUMANA

2.1 Se llama respiración al intercambio gaseoso entre un organismo y el medio que lo rodea; en el ser humano el oxígeno de la atmósfera entra al organismo y es utilizado en la combustión de los alimentos, y mediante esta función se produce energía la cual opera todos los procesos mecánicos y conserva al ser humano vivo y activo; es decir, el oxígeno es el combustible esencial para el mantenimiento de la vida; el principal producto resultante de esta combustión es el bióxido de carbono (CO_2) cuya eliminación completa el proceso de la respiración; en resumen la respiración en el ser humano consiste en una utilización de oxígeno para los procesos orgánicos, y un desprendimiento de CO_2 como producto de descomposición de dichos procesos.

La respiración puede ser dividida en dos fases a saber: respiración externa y respiración interna; respiración externa es la que comprende el intercambio de gases entre la sangre circulante en los capilares de los pulmones y el medio externo atmosférico, representado por el aire contenido en los alveolos pulmonares. La respiración interna por otra parte, es el intercambio de gases entre las células de los tejidos del cuerpo y la sangre, cuando ésta pasa a través de los pequeños vasos capilares irrigando dichos tejidos.

ESTRUCTURA DE LOS PULMONES.

El intercambio de gases entre el organismo y el medio externo tiene lugar en el alveolo pulmonar el cual es la división más pequeña de los pulmones. Cada alveolo, de los cuales hay varios millones en el pulmón humano tiene aproximadamente un 1/25 de pulgada de diámetro, y si todos los alveolos se extendieran sobre una superficie cubrirían una area aproximada de 700 a 800 pies cuadrados, o sea 40 o 50 veces más de la superficie de la piel del cuerpo.

Las paredes del alveolo son sumamente delgadas, siendo su grosor de aproximadamente 1/50,000 de pulgada. Cada alveolo esta rodeado por una red de pequeños vasos sanguíneos llamados vasos capilares, a través de los cuales la sangre fluye constantemente. El intercambio de gases entre estos vasos capilares y el aire del alveolo es uno de los procesos más importantes para el organismo.

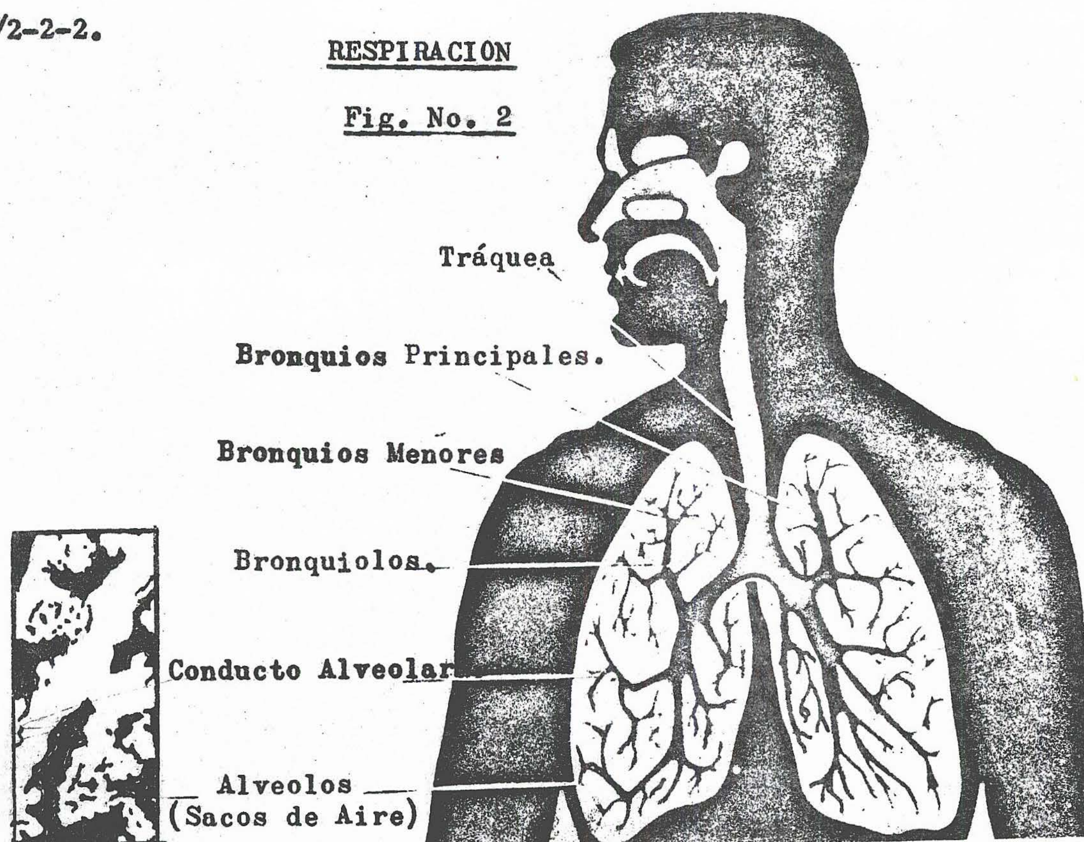
2.2 FASES DE LA RESPIRACION.

La respiración está constituida por 3 fases que coordinadamente regulan esta importante función, éstas son:

a) Ventilación. Es el proceso por el cual el aire atmosférico entra al organismo a través de la nariz, pasa por la garganta, laringe, traquea, bronquios, bronquiolos y llega finalmente a la más pequeña división del pulmón que ya hemos mencionado anteriormente como alveolo pulmonar, Fig. 2 Cualquier mecanismo natural o artificial que interfiera el paso libre del aire a través de estas estructuras disminuye la ventilación pulmonar y consecuentemente altera la respiración.

RESPIRACION

Fig. No. 2



b) Difusión, Consiste esencialmente en el intercambio gaseoso que tiene lugar entre el alveolo pulmonar y los pequeños vasos capilares a traves de sus respectivas paredes, el cual, consiste en el paso del oxígeno del alveolo hacia los vasos capilares y del CO_2 de estos últimos hacia el alveolo; este cambio se realiza merced a un simple proceso de difusión, por el cual los gases pasan del sitio donde su presión es mayor a otro de menor presión, Fig. 3. Todo proceso que interfiera la permeabilidad de las delgadas paredes capilares y alveolares disminuye igualmente el proceso de difusión, alterando con ello la función respiratoria.

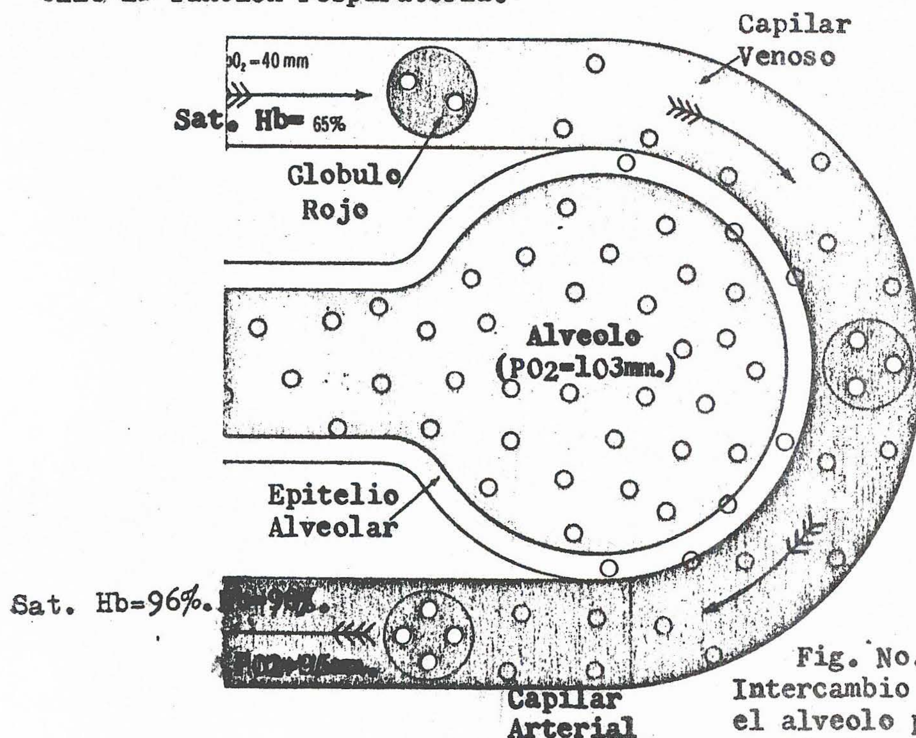


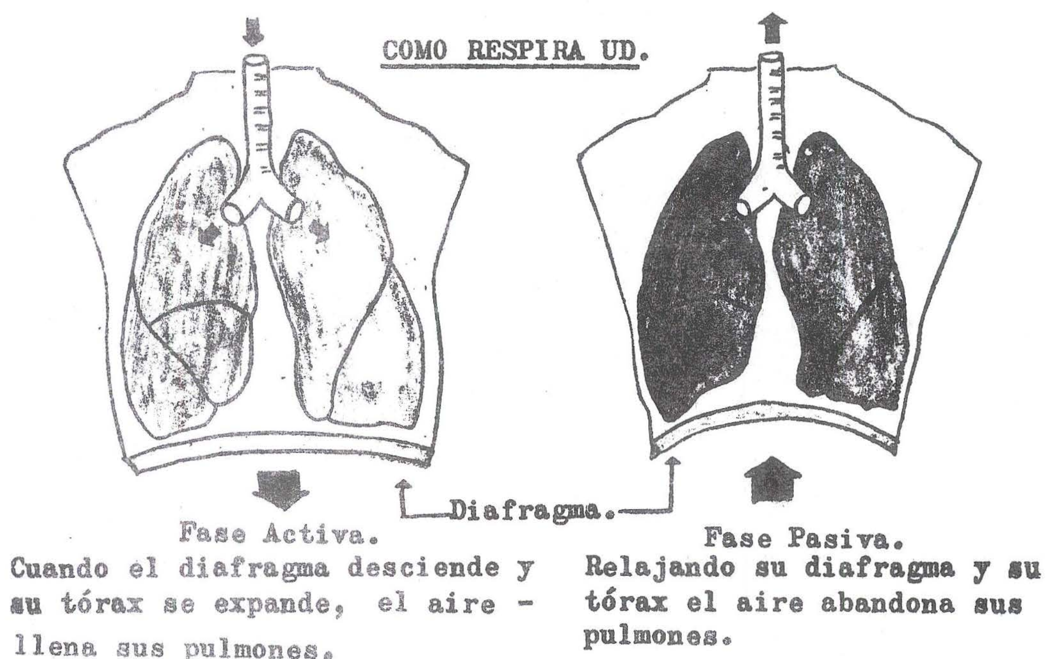
Fig. No. 3.
Intercambio de oxígeno entre el alveolo pulmonar y la sangre de los vasos capilares.

c) Perfusión. Consiste en el paso constante de sangre a través de los pequeños vasos capilares que rodean al alveolo, a una velocidad y un volúmen determinados en tal forma que el proceso de difusión se realize en forma continúa. Todo padecimiento que afecte la velocidad de circulación de la sangre en los capilares pulmonares y el volúmen de sangre circulante en estos mismos, afecta el proceso de perfusión y consecuentemente la respiración.

2.3 MECANISMOS DE LA RESPIRACION.

El tórax está rodeado por las costillas y separado de la cavidad abdominal por el músculo diafragma. Es una cavidad cerrada, con una sola apertura hacia el exterior, la traquea, por lo que cualquier cambio en su volúmen total da lugar a la entrada o salida de aire en los pulmones. El mecanismo de la respiración comprende 2 fases: Fig. 4, una activa llamada inspiración que se realiza por la contracción voluntaria de los músculos intercostales y el descenso del diafragma, que aumentan el volúmen del tórax creando una presión negativa dentro de éste que determina la entrada del aire a través de las estructuras del aparato respiratorio ya mencionadas, y una segunda fase pasiva llamada espiración, durante la cual la relajación de los músculos intercostales y la elevación del diafragma disminuyen el vólumen del tórax, forzando el aire hacia fuera. En reposo, durante la fase inspiratoria entran a los pulmones y vías respiratorias aproximadamente 500 centímetros cúbicos de aire, y una cantidad aproximadamente igual se expele en cada espiración, repitiéndose este cielo como promedio de 12 a 16 veces por minuto.

Fig. No. 4.



2.4 PRESION PARCIAL DE LOS GASES.

De acuerdo con la Ley de Dalton ya descrita, cada gas en la atmósfera ejerce una presión parcial que sumada a la ejercida por los demás gases es igual a la presión barométrica, lo cual para el aire seco de la atmósfera podemos representar en la siguiente forma:

pb=pO2+pN2+ pCO2 en donde pb=presión barométrica, pO2=presión parcial del oxígeno.
pN2=presión parcial del nitrógeno y pCO2=presión parcial del bióxido de Carbono.

De acuerdo con esta fórmula la presión parcial de cada gas en el aire atmosférico seco se calcula así: A nivel del mar.

$$pO_2 = 760 \times \frac{20.9}{100} = 159 \text{ mm.Hg.}$$

$$pN_2 = 760 \times \frac{79.03}{100} = 601 \text{ mm.Hg.}$$

Utilizando esta misma fórmula a una altitud de 18M', la presión parcial de cada gas se determinaría así:

$$pO_2 = 380 \times \frac{20.9}{100} = 80 \text{ mm. Hg.}$$

$$pN_2 = 380 \times \frac{79.03}{100} = 300 \text{ mm. Hg.}$$

y así sucesivamente en cualquier altitud, debiendo considerar para su cálculo la presión barométrica a la altitud dada.

2.5 COMPOSICION DEL AIRE RESPIRADO

El aire atmosférico tan pronto como penetra por la nariz y llega a la tráquea se satura con vapor de agua, el cual ejerce una presión parcial de 47 mm.Hg., en tal forma que al nivel del mar la presión del aire respirado en la tráquea es igual a 760-47=713, y al llegar al alveolo se combina igualmente con el CO2 ahí presente, el cual asimismo ejerce una presión parcial; por esa razón la presencia del vapor de agua y el CO2 modifican la presión parcial del oxígeno y del nitrógeno que llegan al alveolo, de tal modo que dicha presión es para el O2 de aproximadamente 103 mm.Hg., lo cual es importante mantener en mente para explicar el intercambio gaseoso y el transporte adecuado de oxígeno que más adelante se describen.

Al nivel del mar las presiones parciales de los gases son como sigue:

en el alveolo:

pO2=103 mm.Hg.
pCO2=40 mm.Hg.
pH2O=47 mm.Hg.
pN2=570 mm.Hg.

En los tejidos:

pCO2=46 mm.Hg.
pO2 =40 mm.Hg.

(fig. 5).

O_2	
contenido	13 vol. %
presión parcial	40mm Hg
sol. física	0.1 vol. %
CO_2	
contenido	54 vol. %
presión parcial	46mm Hg
sol. física	0.3 vol %
hemoglobina	
contenido	15 gram %
oxihemoglobina	70%
Hgb.	30%

O_2	
contenido	19 vol. %
presión parcial	100mm Hg.
sol. física	0.24 vol. %
CO_2	
contenido	49 vol. %
presión parcial	40mm Hg.
sol. física	2.5 vol. %
hemoglobina	
Content	15 gram %
oxihemoglobina	96%
Hgb.	4%

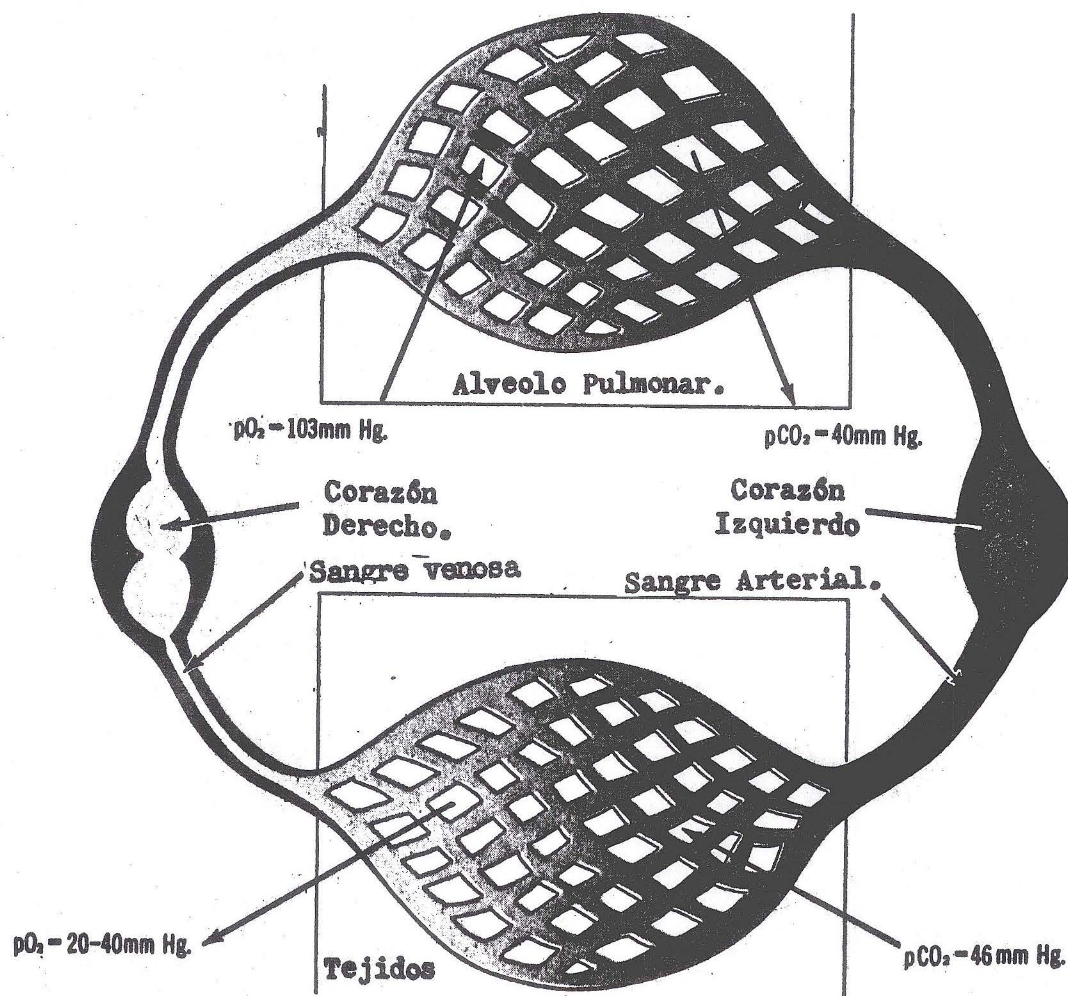


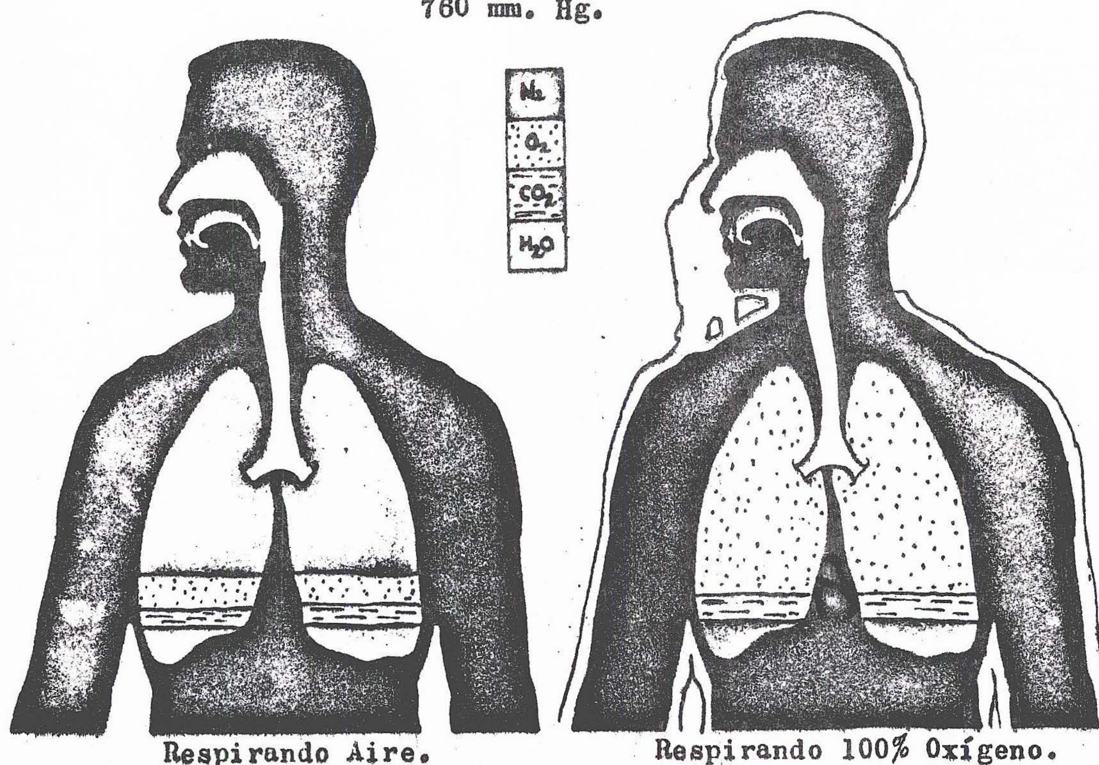
Fig. No. 5.

MECANISMO DEL INTERCAMBIO DE GASES.
RESPIRACION INTERNA Y EXTERNA.

De acuerdo con estos valores, a nivel del mar el vapor de agua y el CO_2 combinados ejercen una presión de 87 mm. Hg., y ocupan aproximadamente un 11% del volúmen pulmonar ($\frac{87}{760}$ = 11%). El oxígeno ocupa $\frac{103}{760}$ = 14% y el nitrógeno aproximadamente el 75% restante. Fig. 6.

NIVEL DEL MAR

760 mm. Hg.



Respirando Aire. Respirando 100% Oxígeno.

Fig. No. 6.

Con la altitud, la presión parcial del CO2 disminuye, pero no en la misma proporción que la del oxígeno, y el vapor de agua ejerce una presión constante de 47 mm. Hg., la cual no varía; Tabla No. 2.

Aire alveolar para altitudes equivalentes, respirando aire y respirando 100% de oxígeno.

Aire alveolar		Respirando Aire			Respirando 100% O_2	
Presión O_2 mm. Hg.	Presión CO_2 mm. Hg.	Presión Cap.Agua mm. Hg.	Presión Baromét. mm. Hg.	Altitud pies	Presión Baromét. mm. Hg.	Altitud pies
103	40.0	47	760	0	190	33,700
81	37.5	47	632	5,000	166	36,000
61	35.5	47	523	10,000	144	39,500
45	32.5	47	429	15,000	125	42,500
38	31.0	47	380	18,000	116	44,000
35	30.0	47	349	20,000	112	44,800

Tabla No. 2.

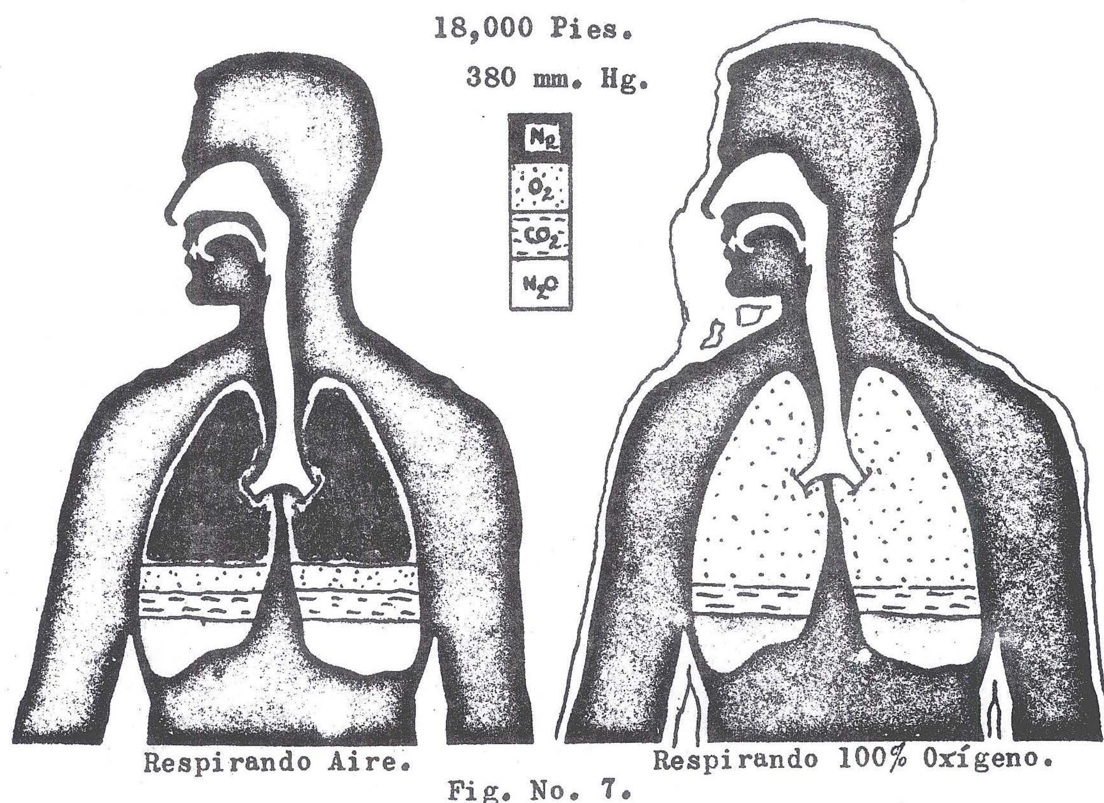
- PRECAUCION -

No confunda el oxígeno para respirar en aviación con oxígeno para "soldadura" o el oxígeno para "hospital" pues aunque estos pueden estar suficientemente puros para respirar, usualmente contienen agua que puede congelarse y tapar las líneas y válvulas del sistema de oxígeno de un aeroplano.

En esto forma a la altitud de 18,000' cuando la presión barométrica es igual a 380 mm.Hg., combinación de CO2 más vapor de agua ocupa un: $\frac{31 + 47}{380} = 21\%$ - - del volúmen pulmonar; Fig. 7.

18,000 Pies.

380 mm. Hg.



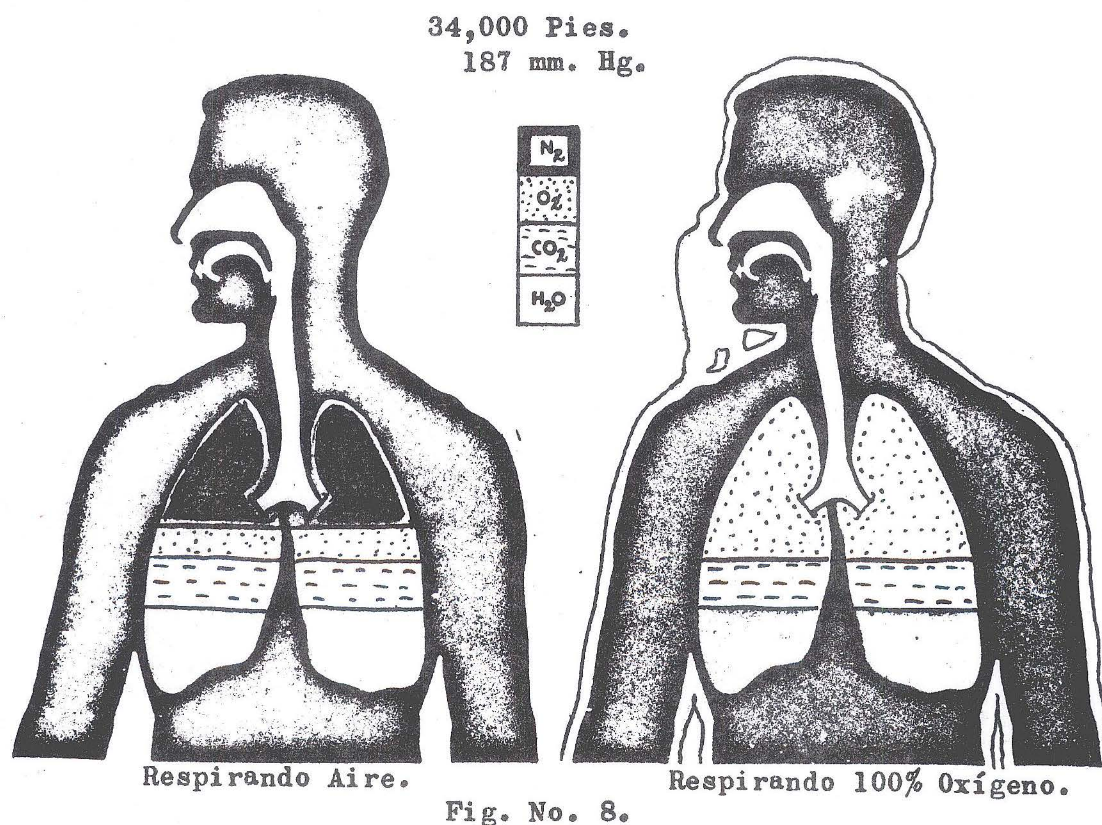
Respirando Aire. Respirando 100% Oxígeno.

Fig. No. 7.

A la altitud de 34,000' el CO2 ejerce una presión de 30 mm. Hg., y combinado - con el vapor de agua ocupa un $\frac{30 + 47}{155} = 50\%$ del volúmen pulmonar; Fig. 8.

34,000 Pies.

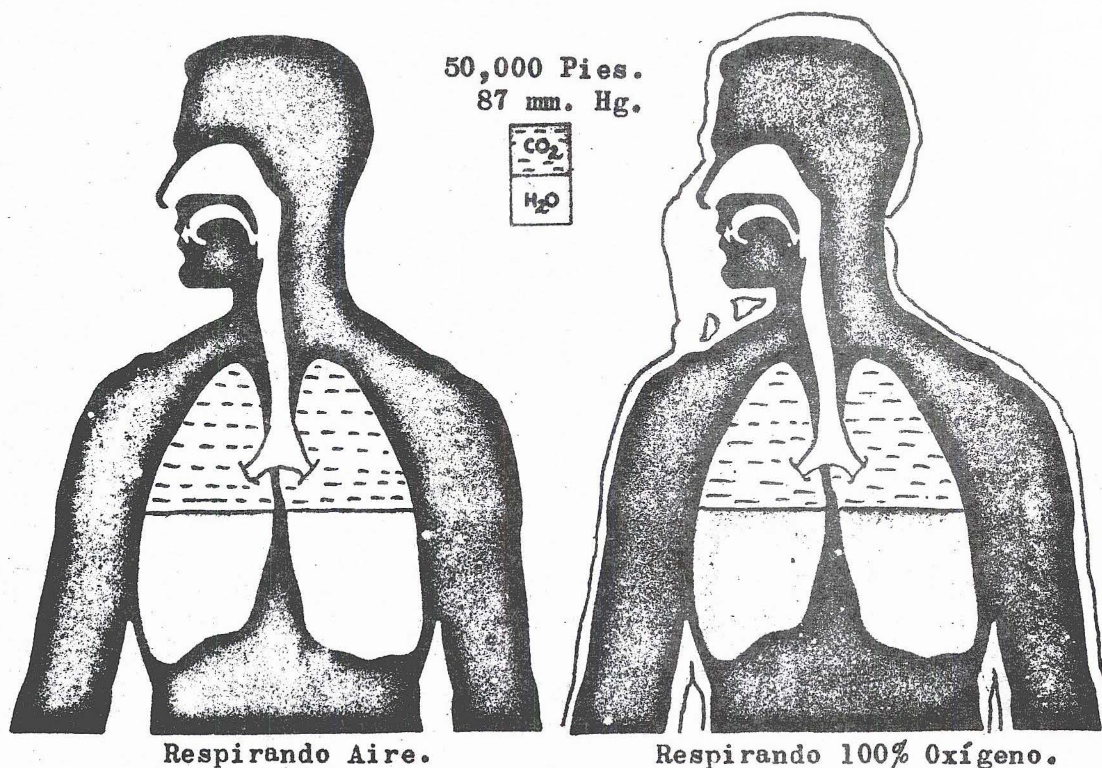
187 mm. Hg.



Respirando Aire. Respirando 100% Oxígeno.

Fig. No. 8.

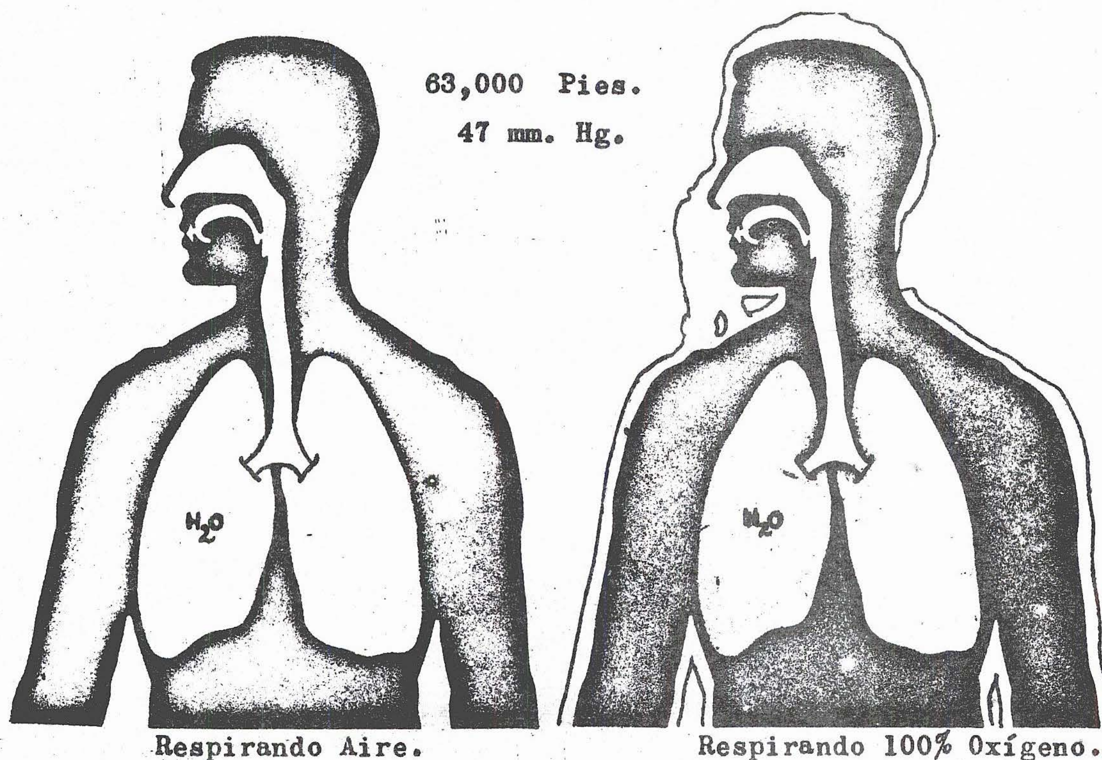
A medida que se asciende, el volúmen ocupado por el bióxido de carbono y el vapor de agua en el pulmón, aumenta reduciendo el volúmen ocupado por el oxígeno de tal forma que a una altitud de 50,000', Fig. 9, no.



Respirando Aire. Respirando 100% Oxígeno.

Fig. No. 9.

Se puede obtener una presión parcial de oxígeno suficiente para vivir, aún cuando se respire 100% de oxígeno; A la altitud de 63,000, Fig. 10,



Respirando Aire. Respirando 100% Oxígeno.

Fig. No. 10

la presión barométrica es de 47 mm. Hg., es decir, igual a la ejercida por el vapor de agua, este gas ocupa entonces el 100% del volúmen del pulmón. A esta altitud los líquidos de los tejidos de un individuo no protegido, hierven a la temperatura normal del cuerpo.

2.6 Circulación es el proceso mediante el cual la sangre es transportada a todos los tejidos del organismo. El órgano central del aparato circulatorio es el corazón, Fig. 11, que se describe esquemáticamente como una víscera hueca constituida primordialmente por tejido muscular, dividida en su interior en cuatro cavidades, dos superiores llamadas aurículas y dos inferiores llamadas ventrículos, separadas a su vez por un tabique intermedio que las divide en derechas e izquierdas. El corazón posee un sistema nervioso autónomo que regula la contracción y relajación de sus fibras musculares, el cual por la naturaleza de esta exposición no se describe, debiendo anotarse que estos movimientos son los que regulan la entrada y salida de la sangre de su interior.

Las arterias son conductos elásticos formados primordialmente por fibra muscular lisa, los cuales transportan la sangre arterial a todo el organismo mediante su división en múltiples ramas cada vez más delgadas hasta constituir los capilares arteriales que están en íntimo contacto con las células de los tejidos, en donde se realiza el intercambio gaseoso ya citado que constituye la respiración; a nivel de los mismos tejidos los capilares recogen los productos de deshecho y se convierten en capilares venosos, los cuales tambien progresivamente se van uniendo en vasos de mayor calibre formando las venas que son los conductos que transportan la sangre de retorno al corazón; las venas cavas superior e inferior desembocan en la aurícula derecha, pasando la sangre al ventrículo del mismo lado a través de una válvula; la contracción del ventrículo determina la salida de dicha sangre a través de la arteria pulmonar hacia los pulmones, en donde como ya se dijo antes se realiza el intercambio gaseoso que constituye la respiración externa; una vez realizado éste los capilares arteriales se unen en vasos progresivamente de mayor calibre formándose las venas pulmonares que transportan ya sangre oxígenada y desembocan en la aurícula izquierda, de aquí la sangre pasa el ventrículo del mismo lado cuya contracción determina la salida de sangre a través de la aorta, la cual progresivamente se divide en múltiples ramas cada vez más delgadas hasta llegar a los capilares arteriales ya descritos a nivel de los tejidos.

La sangre es un tejido constituido por células o elementos figurados de tres clases: los eritrocitos o glóbulos rojos, los leucocitos o globulos blancos y las plaquetas, y de un medio líquido en el cual flotan dichos elementos, conocido como plasma. Para el objeto de esta exposición solo consideramos brevemente como más importantes a los eritrocitos o glóbulos rojos, los cuales contienen en su interior un pigmento constituido por hierro y una proteina, y que recibe el nombre de hemoglobina. La hemoglobina posee una gran afinidad por el O2 y toma este gas disuelto en la sangre para unirse con él mediante una reación química reversible, formando oxihemoglobina a nivel de los capilares pulmonares, para liberarlo a nivel de los tejidos nuevamente;


$$Hb + O_2 \rightleftharpoons HbO_2$$

de éstos, el CO_2 es transportado por la sangre principalmente en forma de iones de bicarbonato por el plasma y los glóbulos rojos y expulsado al exterior a nivel de los pulmones.

2.7 El transporte del 02 a los tejidos no se verifica pues simplemente por solución de este gas en la sangre, ya que si esto fuera, la cantidad transportada sería mínima para satisfacer los requisitos indispensables para la vida, sino que primordialmente es la combinación de la Hb con el 02 para formar oxihemoglobina la que realiza esta función. Sin embargo, el grado de saturación del Hb. existente en los glóbulos rojos, por el 02 en los pulmones, está regulado entre otros factores, por la presión parcial que este gas tiene en el alveolo, es decir, en la gráfica que se muestra Fig. 12, se observa que con una presión parcial de 02 de 103 mm. de Hg. en el alveolo (equivalente a nivel del mar) se satura con este gas un 97% de la hemoglobina circulante, lo cual se considera normal para proporcionar una oxigenación adecuada a todo el organismo. Supongamos ahora a una persona expuesta a una altitud de 10 M' en donde la presión parcial del oxígeno en el alveolo es de aproximadamente 61 mms. Hg.; dicha presión produce una reducción en el índice de saturación de Hb por el 02, que equivale a un 92% solamente, lo cual aunque no acarrea trastornos graves al organismo, si muestra ya un deficit del 02 disponible para éste; como se observa en la misma gráfica hasta los 10 M' la curva de saturación de la Hb por el 02 sigue una trayectoria relativamente plana, sin embargo a altitudes mayores, con una mayor reducción de la p02 a nivel del alveolo, la curva empieza a descender más bruscamente, a los 15M' p02 en el alveolo es igual a 43 mm. Hg., y el índice de saturación es de solo un 80%; a los 20M' la presión alveolar de 02 es de 63% y por último a los 35M' la p02 en el alveolo es de solamente 14 mm. Hg. y el índice de saturación de la Hb es de solo un 25%, lo que es incompatible con la vida más allá de unos cuantos segundos. En resumen la exposición a la altitud disminuye la Pb y consecuentemente la presión parcial del oxígeno, con lo cual se produce una reducción de la cantidad disponible de este gas para el organismo, lo que hace imprescindible el empleo de O_2 adicional para satisfacer hasta cierto límite, como veremos más adelante, los requisitos necesarios de este gas.

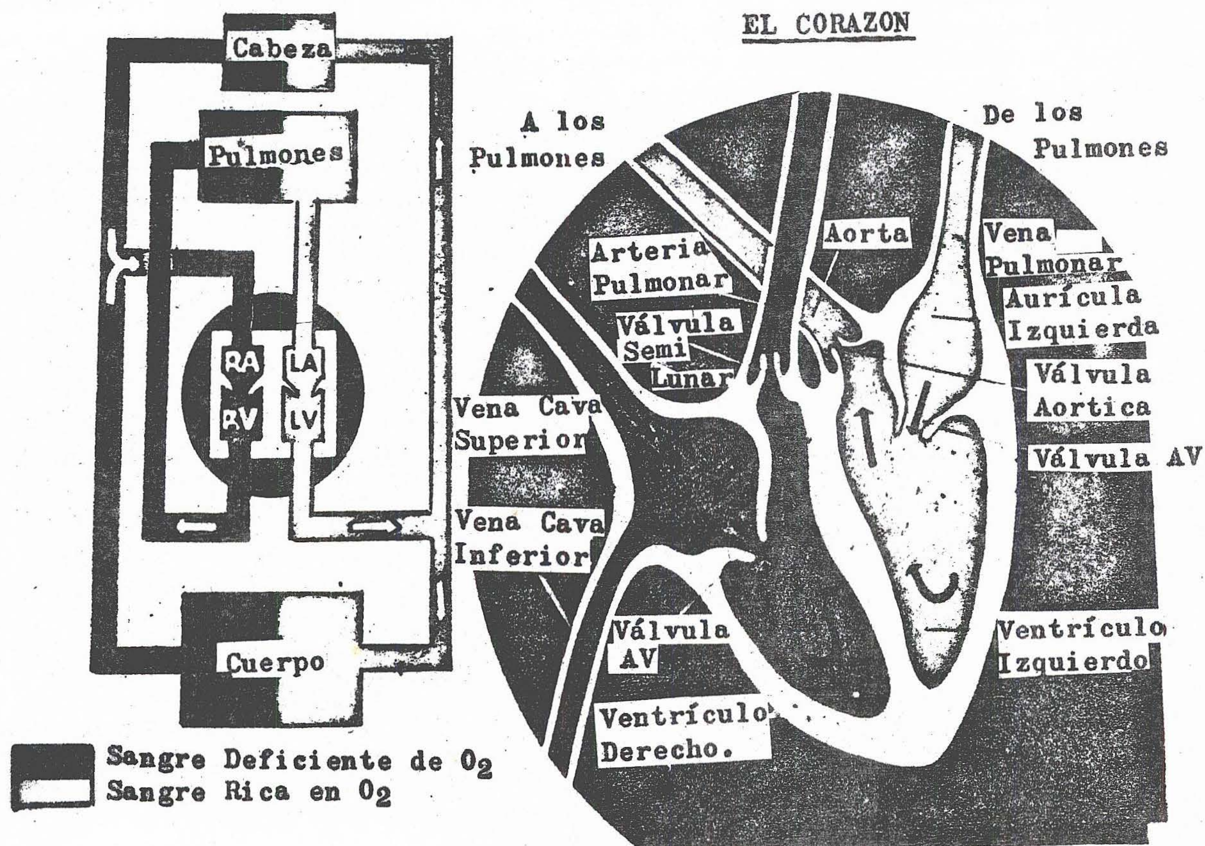


Fig. No. 11.

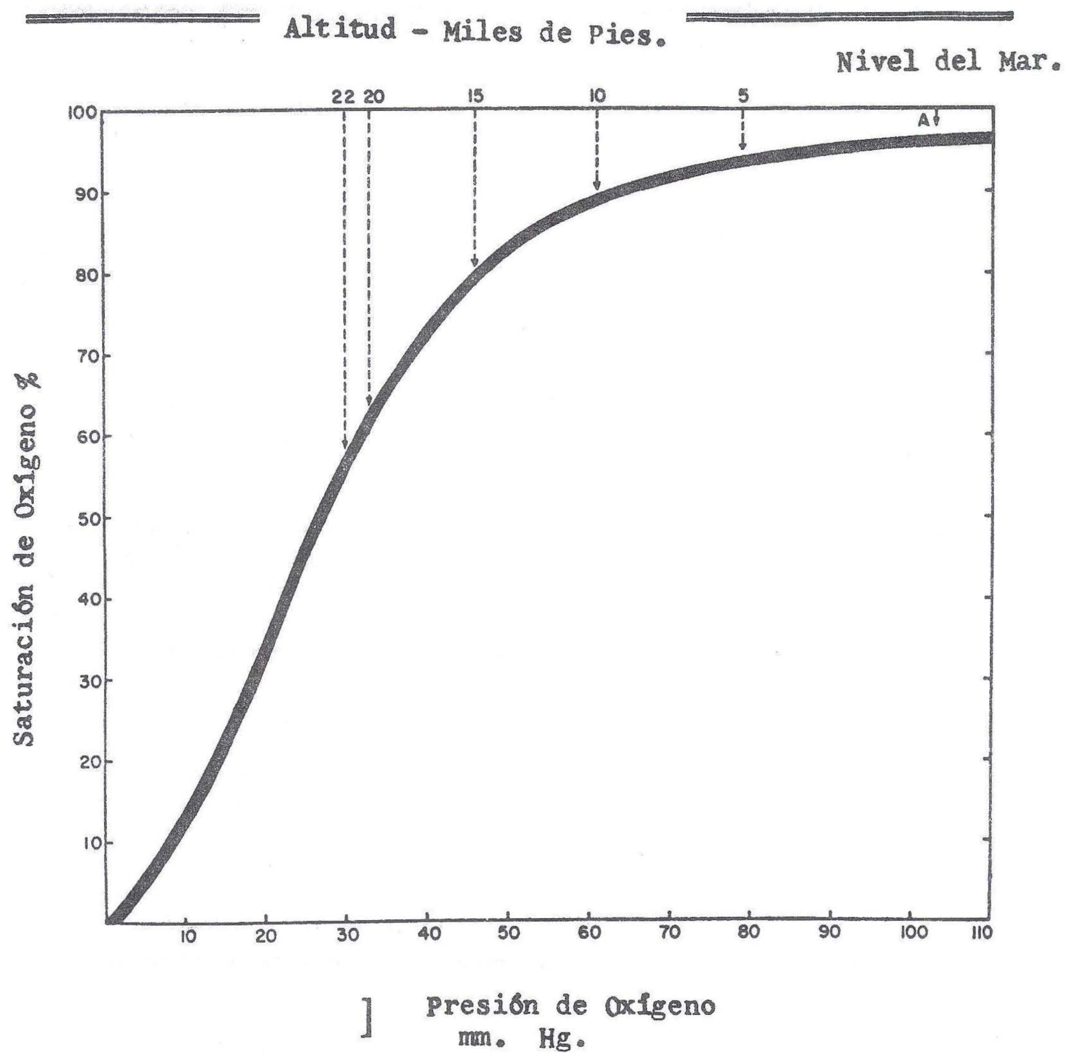


FIGURA 12.- CURVA DE SATURACION
DE LA HEMOGLOBINA.

CUESTIONARIO RELATIVO AL CAPITULO II.

1. Se llama respiración al __________ gaseoso entre un organismo y el medio que lo rodea.

intercambio

2. En el ser humano la respiración consiste en una utilización del ______ atmosférico y una expulsión del __________ ___ __________ hacia la atmósfera.

oxígeno, bioxido de carbono (CO_2)

3. El oxígeno se considera como el __________ esencial para que un organismo se mantenga vivo.

combustible

4. El bióxido de carbono es el producto de ____ __________ de los procesos orgánicos.

descomposición

5. La respiración externa se realiza a nivel de los ________ y la respiración interna en los __________.

pulmones
tejidos.

6. La unidad funcional del pulmón es el ______ pulmonar. Entre este y el capilar pulmonar se realiza el intercambio gaseoso.

alveolo

7. El proceso a través del cual entra el aire a traves de nariz, laringe, traquea, bronquios y bronquiolos para llegar al alveolo es una fase de la respiración que se conoce como __ ________ pulmonar.

ventilación

8. El intercambio gaseoso que se realiza entre el alveolo pulmonar y los vasos capilares se conoce como ________ pulomonar y constituye otra fase de la respiración.

difusión

9. El paso de los gases del alveolo a los capilares y viceversa se realiza siguiendo la ley de ________ de los gases, según la cual un gas pasa de un sitio donde su presión es mayor a otro donde su presión es menor.

Difusión.

10. Todos los procesos que produzcan alteración de las paredes del alveolo o de los vasos -

capilares, interfieren con la respiración por que trastornan la __________ de los gases.

difusión

11. El paso constante de sangre a través de los capilares pulmonares se llama __________ pulmonar y constituye otra fase de la respiración

perfusión

12. La inspiración es la fase __________ de la respiración y se realiza por la contracción voluntaria de los musculos intercostales y el descenso del musculo diafragma que expanden la caja torácica.

activa

13. Durante la espiración se produce una __________ de los músculos intercostales y una elevación del musculo diafragma.

relajación

14. En reposo entran a los pulmones aproximadamente --- cc. de aire

500

15. El ciclo respiratorio se realiza normalmente entre — y — veces por minuto

12 - 16

16. La ley de Dalton establece que la presión de una mezcla gaseosa es igual a la ___ de las presiones __________ de cada uno de sus componentes.

suma
parciales

17. $pO_2 = 76- \times \frac{20.9}{100} = 159$ mm. de Hg. La formula anterior expresa la presión __________ del oxígeno a nivel del mar.

parcial

18. $pO_2 = 380 \times \frac{20.9}{100} = 80$ mm. Hg. Esta formula expresa la presión parcial del oxígeno a la altitud de ______, equivalente a _____ atmósfera.

18,000'
media

19. En el alveolo pulmonar, además del oxígeno y nitrogeno se encuentra vapor de agua ($H2_0$) y bioxido de carbono, los cuales ejercen asimismo una ________ __________ en el alveolo.

presión parcial

20. Con la altitud, el vapor de agua y el CO_2 cu yas presiones no disminuyen en igual proporción que la del O_2, se ________ ocupando a mayor altitud, una mayor proporción de tejido en el __________.

expanden
pulmon

21. Ciruclación es el proceso mediante el cual - la ____ es transportada a todos los tejidos del organismo.

sangre

22. El organo central del aparato circulatorio - es el _________.

corazón

23. La sangre es transportada del corazón a los tejidos a través de las ________; y de estas es retornada al corazón a través de las ____________.

arterias
venas

24. La sangre esta compuesta de 3 clases de célu las; los _______ _______, los globulos - blancos y las plaquetas.

globulos rojos.

25. Las células de la sangre flotan en un medio líquido llamado _________.

plasma

26. Los globulos rojos contienen una substancia - llamada ________ que sirve para transportar el oxígeno a los tejidos.

hemoglobina

27. A nivel del mar con una presión alveolar del oxígeno de ______ mm. Hg., se satura normal mente un ____% de la hemoglobina existente

103
97

28. A la altitud de 10M' la presión alveolar del oxígeno es de ____ mm.Hg. y elpporcentaje de hemoglobina saturada se reduce a _____%

61 - 92

29. Hasta aproximadamente los 10 M' la curva de saturación de la Hb por el oxígeno sigue una trayectoria más o menos _____ pero a partir de los _____ dicha curva baja _____.

plana
15 M'
bruscamente.

30. A la altitud de 35 M' la presión alveolar del oxígeno es de solo ____ mm. Hg. y elporcentaje de saturación de la hemoglobina por este gas - se reduce al ____% lo que hace incompatible - la vida más alla de unos cuantos __________ requiriéndose para ello el aporte de ________ ____ adicional.

14 - 25
segundos
oxígeno

LAG/yg.

CAPITULO 3.

H I P O X I A

3.0 La disminución del oxígeno en los tejidos del organismo se conoce con el nombre hipoxia; con el término de hipoxemia se designa la baja concentración del oxígeno en la sangre circulante; por otra parte se llama -- anoxia a la carencia absoluta de oxígeno en los tejidos, condición que en realidad no es compatible con un organismo viviente.

3.1 CLASIFICACION.

La hipoxia puede ser provocada por diferentes factores, por lo cual existen diferentes tipos de hipoxia cuyo conocimiento es importante - en la aviación: HIPOXIA HIPOXICA.- Es la mas importante desde este punto de vista y se produce por una disminución de la presión parcial del oxígeno en el aire que se respira. Fig. 13.

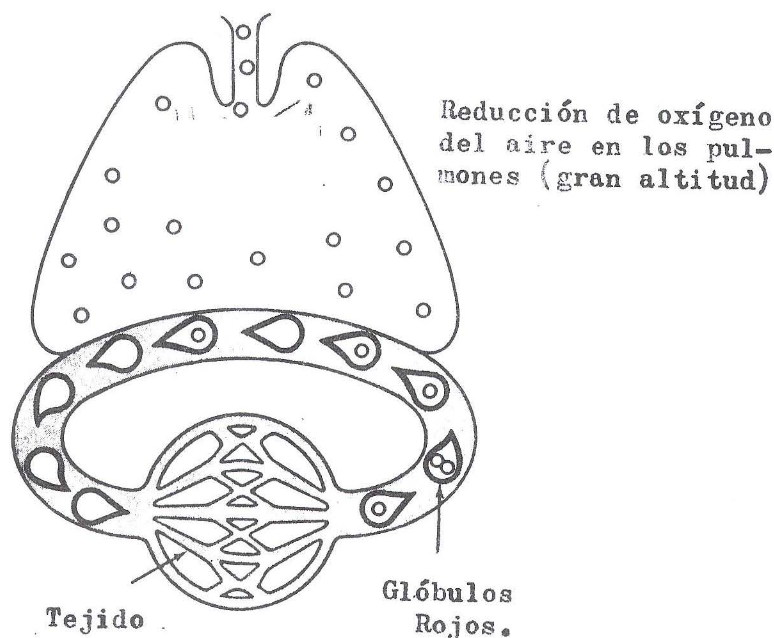
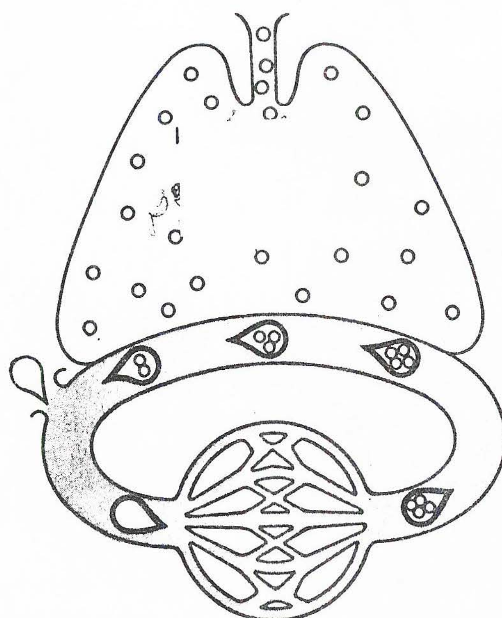


Fig. No. 13

HIPOXIA ANEMICA; Fig. 14. Esta es debida a una disminución en la cantidad de glóbulos rojos o de la hemoglobina existente en la sangre circulante, la cual por esta razón disminuye su capacidad para transportar suficiente cantidad de oxígeno a los tejidos; este tipo de hipoxia puede encontrarse en casos de una hemorragia severa y en anemias producidas por enfermedades infecciosas, embarazo o deficiencias nutricionales.

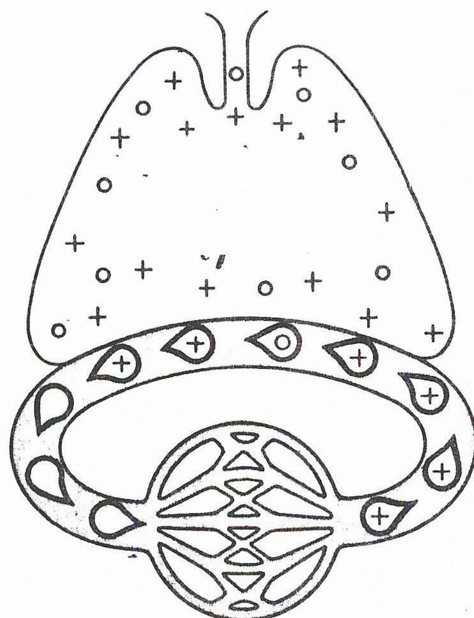


Pérdida de glóbulos rojos o hemoglobina que llevan O_2 (hemorragia).

Fig. No. 14.

HIPOXIA POR ANEMIA FISIOLOGICA.

Esta es debida a que una parte de las moléculas de la hemoglobina existente en los glóbulos rojos, está ocupada por otras sustancias como el Monóxido de Carbono, por lo cual ésta hemoglobina no puede combinarse con el oxígeno para transportarlo a los tejidos; ésta variedad de hipoxia se presenta en los casos de intoxicación por CO, sulfa drogas u otras sustancias. Cabe mencionar aquí que por razones que se desconocen la hemoglobina tiene una afinidad por el CO aproximadamente 210 veces mayor que la que tiene por el oxígeno, es decir que existiendo igual concentración de este gas y de CO, la hemoglobina se combinará con este último 210 veces más que con el primero. La hipoxia anémica y la atribuida a anemia fisiológica se agrupan en una sola variedad que se designa como hipóxica hipémica. Fig. 15.



Contaminación de los glóbulos rojos (monóxido de carbono)

Fig. No. 15.

HIPOXIA ESTATICA.

Se produce por una disminución en la velocidad de circulación de la sangre, por lo cual el intercambio gaseoso se realiza más lentamente y sucede principalmente en los estados de shock y en las afecciones circulatorias que comprometen la irrigación sanguinea de alguna parte del organismo. Figura 16.

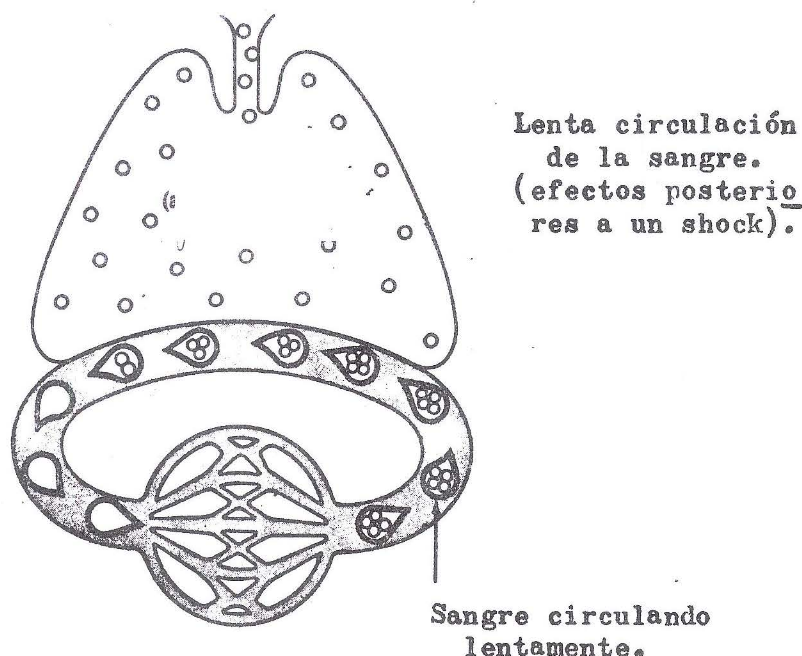


Fig. No. 16.

HIPOXIA HISTOTOXICA.

Por último existen determinadas sustancias que al encontrarse en el organismo producen una intoxicación de las células de los tejidos, impidiendo que éstas utilicen adecuadamente el oxígeno circulante en la sangre, como sucede con la intoxicación por alcohol, arsénico, cianuro, etc. - - Fig. 17.

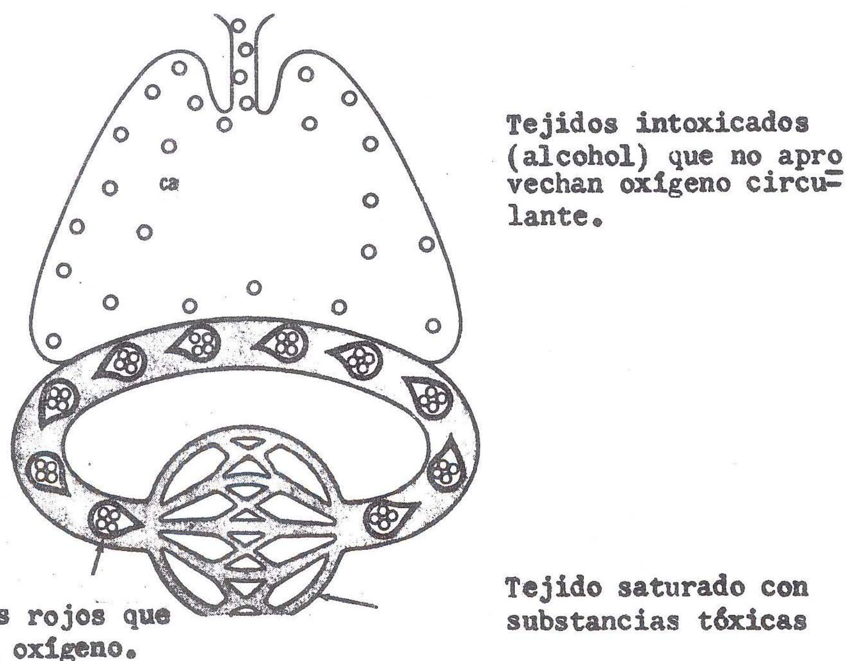


Fig. No. 17.

Es importante desde el punto de vista práctico el conocimiento de los diferentes tipos de hipoxia que se han citado, ya que se pueden presentar simultáneamente en un mismo organismo dos o más variedades de hipoxia, lo que consecuentemente ocasionará una agravación de los síntomas de la hipoxia a menor altitud; por ejemplo, si un piloto se encuentra volando a doce mil pies está ya por tal razón expuesto a una hipoxia de tipo hipóxico que como ya dijimos se debe a la disminución de la presión parcial del oxígeno en el aire que a esa altitud está respirando; si se supone además que este piloto por determinadas circunstancias tiene un déficit de glóbulos rojos o de hemoglobina en su sangre, está además sufriendo una hipoxia de tipo anémico y si además se supusiera que por razones de un sistema de escape defectuoso en el motor del avión que vuela, existe una contaminación de la cabina de dicho avión, por el CO desprendido por dicho sistema de escape, está además sufriendo una hipoxia por anemia fisiológica ya que el CO se combina con la hemoglobina para formar carboxi hemoglobina; en estas circunstancias el piloto tiene una saturación del oxígeno en su sangre y en sus tejidos que no corresponde a la altitud de doce mil pies en la cual esta realmente volando, sino que la suma de los diferentes tipos de hipoxia a los cuales esta expuesto, disminuye su "techo fisiológico" y la saturación de su oxígeno corresponde a una altitud mayor, dependiendo de la severidad de los diferentes tipos de hipoxia y del tiempo que dure la exposición a los mismos. Esto consecuentemente agrava los síntomas, y puede dar lugar a un incidente fatal por incapacidad física.

3.2 SINTOMAS DE LA HIPOXIA.

La principal característica de la hipoxia es que sus síntomas son sumamente insidiosos, es decir, una persona puede estar bajo los efectos de una hipoxia severa, presentando las alteraciones físicas y mentales características que pueden llegar hasta la pérdida de la conciencia, sin que se percate de ello.

3.3 FACTORES QUE REGULAN LOS SINTOMAS DE LA HIPOXIA.

Hay ciertos factores que determinan la aparición de los signos y la severidad de los síntomas de la hipoxia; entre éstos podemos citar los siguientes:

Altitud absoluta.- A mayor altitud, mayor severidad de los síntomas.

Rapidez del ascenso.- Cuando más rapidamente se asciende pueden alcanzarse mayores altitudes, antes de que aparezcan los síntomas.

Duración de exposición a la altitud.- A mayor tiempo de exposición mayores probabilidades de que se presenten los signos y síntomas y con mayor severidad.

Temperatura ambiente.- A mayor temperatura mayor rapidez de aparición y mayor severidad de los síntomas y signos de hipoxia.

Actividad física.- A mayor actividad física mayor rápidez de aparición y mayor severidad de los síntomas de hipoxia.

Tolerancia individual.- Cada individuo posee una susceptibilidad propia para los diferentes grados de hipoxia.

Aptitud física.- La existencia de mecanismos fisiológicos - compensadores adecuados principalmente de tipo cardiorespiratorio, aumenta - la tolerancia a la hipoxia, mientras que una deficiencia de éstos la disminu ye.

Aclimatación.- Las personas residentes a grandes altitudes soportan mejor los efectos de la hipoxia.

Estado Emocional.- La aprehensión, la angustia, la tensión física y mental y la ansiedad, disminuyen la tolerancia a la hipoxia.

3.4 En relación con la presión barométrica, la altitud y el porcentaje de saturación de oxígeno, se acostumbra agrupar los síntomas de la - hipoxia en cuatro etapas:

I. Etapa indiferente. En esta primera etapa el único - - efecto patológico que se manifiesta es la disminución de la adaptación a la oscuridad a altitudes de cinco mil pies, - - por lo cual se recomienda el uso de oxígeno adicional desde el despegue en operaciones de vuelo nocturno, sobre todo en la aviación militar. Raramente se encuentra aumento de la - frecuencia del pulso y el electrocardiograma muestra alteraciones ligeras.

II. Etapa de compensación. La acción compensadora de los mecanismos cardiorespiratorios del organismo, permite que -- los síntomas de la hipoxia permanezcan latentes a menos de - que se realice una mayor actividad física, o que el vuelo se prolongue demasiado. En esta etapa pueden notarse aumento - en la frecuencia y en la profundidad de las respiraciones, - una mayor frecuencia del pulso, mayor velocidad de circula-- ción y aumento del gasto cardiaco, es decir la cantidad de - sangre expulsada por el corazón en un minuto.

III. Etapa de alteraciones manifiestas. En esta etapa los mecanismos compensadores son insuficientes para proveer la - cantidad de oxígeno adecuada a los tejidos, por lo que los - signos y síntomas latentes de la hipoxia se hacen aparentes. Los síntomas más usuales son: fatiga, lasitud, somnolencia, mareo, dolor de cabeza, indiferencia y euforia. Objetivamen te se encuentran las siguientes manifestaciones:

ORGANOS DE LOS SENTIDOS: Existen reducción concéntrica del campo visual y disminución de la agudeza visual; los músculos extraoculares (que realizan - los movimientos de los ojos) están débiles e incordinados lo que reduce el - poder de acomodación de los ojos; hay una pérdida parcial de la sensibilidad al tacto y al dolor, siendo el oído el último de los sentidos que se afecta y se pierde.

PROCESOS MENTALES. El déficit intelectual es un signo temprano que imposibi lita al individuo para percatarse de su propia incapacidad; la facultad de - pensar se torna lenta, y los cálculos del navegante y del bombarder son e- - rróneos; la memoria es defectuosa particularmente para los eventos recientes, el juicio es pobre, el tiempo de reacción es retardado y las decisiones son erróneas.

RASGOS DE LA PERSONALIDAD: Puede haber una liberación de los rasgos de la personalidad y las emociones, como la que se suscita con la intoxicación alcohólica, así como aparecer síntomas de euforia y exaltación o depresión del sistema nervioso central.

FUNCIONES PSICOMOTORAS: La coordinación muscular esta disminuida y hay imposibilidad para practicar movimientos musculares finos y delicados, lo que da por resultado tartamudez, escritura ilegible y coordinación pobre en la acrobacia y en el vuelo en formación.

SINDROME DE HIPERVENTILACION: (véase más adelante).

CIANOSIS: Cianosis es el término que se da a la coloración violácea que aparece en las uñas, labios y piel.

IV. Etapa crítica. Esta es la etapa en la cual se presenta pérdida de la conciencia como resultado de falla circulatoria o del sistema nervioso central, presentándose principalmente la primera con una hipoxia prolongada y la segunda durante la hipoxia aguda; con cualquiera de ellas puede haber convulsiones y para respiratorio.

HIPOXIA PROLONGADA E HIPOXIA REPENTINA: Los síntomas asociados con la hipoxia severa repentina son generalmente dramáticos y los miembros de tripulación expuestos a muy bajas presiones de oxígeno pueden no notar ningún síntoma antes de perder la conciencia.

Los síntomas comunes asociados con la hipoxia prolongada son: dolor de cabeza, letargia, náusea y vómito. El dolor de cabeza es de distribución general pero es particularmente agudo en la región frontal; el tratamiento más adecuado es el sueño, pero la administración de oxígeno 100% se recomienda si el dolor de cabeza es severo. Pueden presentarse, la nausea el vómito y la postración, pero normalmente desaparecen en 24 o 48 horas sin ningún tratamiento.

ADAPTACION INDIVIDUAL A LA HIPOXIA. Existe una considerable variación individual para adaptarse a la hipoxia, basándose dicha tolerancia en la respuesta adecuada de los mecanismos fisiologicos, principalmente la respiración. El resultado inmediato de la respiración profunda es un aumento de presión de oxígeno en los pulmones que determina un aumento en la alcalinidad (por disminución del CO_2) de la sangre, la cual favorece la combinación del oxígeno con la hemoglobina.

En las grandes altitudes, como por ejemplo a 40,000' en donde debe respirarse 100% de oxígeno, la suma de las presiones parciales del vapor de agua, CO_2 y O_2 igualan la presión barométrica; como ya se ha dicho anteriormente la presión parcial del vapor de agua tiende a permanecer constante y consecuentemente la disminución de la presión parcial del CO_2 que ocurre con la respiración profunda, aumentará la presión parcial del oxígeno en los pulmones por una cantidad aproximadamente equivalente.

3.5 TIEMPO DE CONSCIENCIA UTIL.

Se define como tiempo de consciencia útil (TCU) al intervalo entre el momento que cesa el aporte de oxígeno a un organismo y el momento en que la capacidad de éste para realizar cualquier actividad efectiva y

SINTOMAS DE HIPOXIA EN LA ALTITUD

ALTITUD EN PIES	PRESION PARCIAL DE OXIGENO ALVEOLAR mms. Hg.	% DE SATURACION CON OXIGENO DE LA HEMOGLOBINA	TIEMPO DE EXPOSICION	SINTOMAS
0	103	98		NINGUNO
5000	79	95	INDEF.	PERDIDA PARCIAL DE LA VISION NOCTURNA
10 000	61	90	4 HRS.	FATIGA, PEREZA
15 000	46	80	2 HRS. O MENOS	FATIGA, SOMNOLENCIA, DOLOR DE CABEZA, JUICIO POBRE
18 000	°	70	1/2 HORA O MENOS	FALSA SENSACION DE BIENESTAR, EXCESO DE CONFIANZA, RAZONAMIENTO DEFECTUOSO, REDUCCION DE LA ATENCION, VISION BORROSA, MEMORIA POBRE
20 000	33	65	1/4 HORA O MENOS	PERDIDA DE CONTROL MUSCULAR, DEL JUICIO, DEL RAZONAMIENTO, DE LA MEMORIA, DEL SENTIDO DEL TIEMPO, REPETICION DE MOVIMIENTOS INUTILES Y CRISIS EMOCIONALES
22 000	30	58	MINUTOS	CONVULSIONES, PERDIDA DE CONSCIENCIA.
26 000	°	°	°° 4-6 MIN.	PERDIDA DE CONSCIENCIA
30 000	°	°	°° 1-2 MIN.	PERDIDA DE CONSCIENCIA
38 000	°	°	°° 30 SEG. O MENOS	PERDIDA DE CONSCIENCIA
50 000	°	°	°° 10/12 SEG.	PERDIDA DE CONSCIENCIA

° DATOS EXPERIMENTALES NO OBTENIDOS

°° LOS TIEMPOS VARIAN CON LAS CONDICIONES INDIVIDUALES Y LA ACTIVIDAD

- PRECAUCION -

Maneje cuidadosamente las válvulas y los cilindros de oxí geno.

Antes de abrir una válvula asegúrese de que el cilindro esté firmemente sujeto.

Nunca deje caer un cilindro de cabeza; una válvula rota pue de hacer que el cilindro salga disparado con la velocidad de un torpedo al escapar el oxígeno por la rotura.

Las válvulas de oxígeno deben cerrarse siempre con la presión que dé su mano; no use llaves ni otras herramientas para forzarlas. Si no cierra completamente con la mano, repórtela inme diatamente para reparación.

conscientemente, se deteriora. El tiempo de consciencia útil se reduce con la altitud.

Cualquier actividad física de un miembro de tripulación requiere un mayor consumo de oxígeno para que su organismo funcione normalmente; si dicha actividad física se realiza por encima de los 10M' sin un aporte adicional y adecuado de oxígeno, el tiempo de consciencia útil de esa persona se reduce.

Como promedio se ha visto que el tiempo de consciencia útil a la altitud de 25, 000 pies respirando aire, es aproximadamente de 3 a 5 minutos; a la altitud de 40M' el TCU se reduce a solo 15 o 20 segundos; lo anterior significa que si se experimentan síntomas o signos de hipoxia cuando se vuela a 25M' se cuenta con un intervalo de 3 a 5 minutos para darse cuenta de ello y corregir la situación, y ese tiempo se reduce a solo 15 o 20 segundos cuando las manifestaciones de hipoxia se presentan a 40M'.

El tiempo de consciencia útil de una misma persona no es constante ya que existen algunos factores que lo modifican, entre los cuales podemos citar los siguientes, que actúan disminuyendo dicho TCU.

a) Cualquier factor que disminuya las condiciones físicas.

b) Las bebidas alcohólicas.

c) El monóxido de carbono (ver el tabaco).

d) Ciertas drogas: antihistamínicos, sulfas, etc.

e) La exposición a bajas temperaturas.

En resumen, se llama tiempo de consciencia útil al intervalo con el que una persona expuesta a la altitud cuenta desde el momento en que le falta un aporte adicional y adecuado de oxígeno hasta el instante en que pierde sus facultades para realizar cualquier actividad de una manera perfectamente consciente y segura. El TCU se reduce con los siguientes factores: una mayor altitud, condición física deficiente por enfermedad, fatiga etc., la ingestión de bebidas alcohólicas o los efectos posteriores por la ingestión de éstas (cruda), la intoxicación por CO que puede presentarse con el fumar en exceso, el uso de ciertas drogas como antihistáminicos, sedantes sulfas, etc. la exposición a bajas temperaturas y por último, el desarrollo de actividades físicas.

3.6 SINDROME DE HIPERVENTILACION.

Se define como hiperventilación el proceso consistente en:

1. Un aumento en la frecuencia y profundidad de las respiraciones, que da lugar a:

2. Una eliminación excesiva de bióxido de carbono (CO_2) del cuerpo, lo cual produce síntomas que consisten en:

3. Mareo, visión borrosa, hormigueo, entumecimiento y sensación de calentamiento de los dedos de manos y pies, espasmos o contracturas musculares, crisis convulsivas y hasta pérdida de la conciencia.

Durante el ejercicio físico hay un acúmulo de CO_2 en el cuerpo por lo que se produce una excitación del centro nervioso que controla la respiración en el cerebro (bulbo raquideo) que produce un aumento en la frecuencia y profundidad de las respiraciones a fin de nivelar a lo normal el contenido de CO_2; una vez que ésto se ha logrado la respiración se torna normal tanto en número de respiraciones por minuto como en profundidad de las mismas. El CO_2 es el regulador químico del centro respiratorio nervioso, de tal forma que su acumulación excesiva lo estimula y por el contrario el déficit de este gas lo deprime, siendo ambas actividades tendientes a nivelar el contenido de dicho gas en el organismo.

Cualquier persona puede hiperventilarse voluntariamente simplemente aumentando la frecuencia y profundidad de sus respiraciones, lo cual como ya se dijo produce una eliminación excesiva de CO_2, pero cuando este déficit se alcanza en una personal normal el centro respiratorio se deprime, se disminuye la frecuencia y profundidad de la respiración y el nivel de CO_2 se restablece en corto tiempo.

En la aviación el síndrome de hiperventilación se puede presentar tanto en los pasajeros como en los miembros de la tripulación debido a miedo, excitación o ansiedad que puede presentarse por los siguientes factores.

En los pasajeros.	Cuando vuelan por primera vez o el vuelo les produce temor; en los vuelos con turbulencia del aire o con condiciones meteorologicas desfavorables. En las emergencias de vuelo (motor perfilado, connato de incendio, falla de motor, etc.) o cualquier situación que abordo puede producir en un pasajero sensación de temor o inseguridad.
En los miembros de tripulación.	Emergencias severas de vuelo, familiarización deficiente con el equipo o con la operación de vuelo que se realiza, entrenamiento inadecuado en el uso de los sistemas de oxígeno. En la aviación militar principalmente, la falta de entrenamiento en equipo de oxígeno de respiración a presión. En el piloto estudiante cuando se inicia en las maniobras de vuelo.

La fatiga, la condición física deficiente, la alimentación inadecuada, etc. son factores que contribuyen a la aparición de los síntomas de hiperventilación.

La eliminación excesiva de CO_2 del cuerpo con la hiperventilación trae consigo una alteración del equilibrio acido básico (alcalosis) en el organismo, que da lugar a la mayor parte de los síntomas ya descritos (mareo, visión borrosa, hormigueo, entumecimiento y sensación de calor en dedos de manos y pies, contracciones y espasmos musculares y crisis convulsivas), sin embargo la pérdida de la conciencia en estos casos es atribuible a la hipoxia que indirectamente se presenta, ya que con la eliminación del CO_2 hay disminución de la luz (vaso constricción) de las arterias cerebrales que disminuye el aporte de oxígeno al cerebro; por el contrario existe vasodilatación de las arterias vicerales (en abdomen). Durante la pérdida de la conciencia.-

provocada por la hiperventilación, desaparece el miedo, excitación o ansiedad que la provocan, la respiración disminuye por acción nerviosa del centro respiratorio y el contenido de CO2 se nivela normalmente, recuperándose la conciencia en corto tiempo.

En resumen, en la aviación es relativamente común que el miedo, excitación nerviosa exagerada o un estado de ansiedad originado por diversos factores produzca tanto en pasajeros como miembros de tripulación una alteración conocida como hiperventilación, y que se caracteriza por un aumento en la frecuencia y profundidad de la respiración que trae consigo la eliminación excesiva del CO2 del cuerpo, dando lugar a diversos síntomas que pueden llegar hasta la perdida de la conciencia.

El CO2 actual químicamente controlando el centro respiratorio nervioso manteniendo con ello niveles normales de dicho gas en el organismo.

Medidas preventivas: en los miembros de tripulación la medida preventiva más recomendada es el entrenamiento adecuado con el uso de equipos de oxígeno y la explicación de este trastorno, además de evitar todo problema que tiende a producir los estados de ansiedad, miedo o excitación excesiva que desencadene el proceso.

En los pasajeros basta con inspirarles confianza a fin de hacer desaparcer el estado de miedo o hiperexitación, recomendarles que respiren tranquilamente siendo a veces recomendado hacerles respirar en una bolsa de papel (de las usadas para el mareo) a fin de lograr mas pronto un nivel normal de CO2 haciéndoles respirar su propio gas respirando en la bolsa. (vease el capítulo: Emergencias médicas más comúnes abordo).

3.7 MEDIDAS PREVENTIVAS DE LA HIPOXIA.

En un capítulo aparte se trata lo relativo a los diversos sistemas de oxígeno existentes, su funcionamiento, limitaciones, etc. Debe recordarse que si hipoxia significa una disminución de oxígeno a los tejidos del organismo que puede ser debido a diversas causas, la medida más adecuada para su prevención es el uso del oxígeno adicional. Una cosa importante que debe mantenerse en mente es la característica insidiosa o "traicionera" de la hipoxia que puede ocasionar hasta la perdida de la conciencia sin que la persona afectada se percate de sus síntomas, comprometiendo con ello gravemente la seguridad del vuelo; esta circunstancia es la que hace de la hipoxia el trastorno mas grave a que está expuesto el personal de vuelo o los pasajeros en la altitud, por lo que se recomienda que DEBE USAR OXIGENO ADICIONAL NO CUANDO APAREZCAN LOS SINTOMAS DE LA HIPOXIA, SINO CONFORME A LO INDICADO POR SU ALTIMETRO.

Si se vuela en un equipo no presurizado a una altitud mayor de 12M' por un tiempo prolongado (más de 30 min) use su oxígeno, ya que la hipoxia a que esta expuesto le afecta imperceptiblemente sus facultades, y pone en peligro su seguridad y la de sus pasajeros.

Reporte siempre a su médico responsable cualquier trastorno anormal que manifieste en vuelo a fin de determinar su causa y aplicar las medidas de caracter médico que sean necesarias para que estos trastornos no se repitan y usted pueda realizar sus actividades con un máximo de seguridad.

LAG/yg.

CUESTIONARIO RELATIVO AL CAPITULO III

1. Se llama hipoxia a la disminución del ______ ________ en los tejidos del organismo.

oxígeno

2. Hipoxemia se designa a la disminución del oxí geno en la __________.

sangre

3. ___________ es la carencia absoluta de oxígeno en los tejidos.

anoxia

4. La disminución de la presión parcial del oxígeno en el _______ que se respira produce el tipo de hipoxia conocido como ____________.

aire
hipóxica

5. La hipoxia hipóxica es la mas importante en - la aviación, ya que se presenta con la exposi ción a la _____________.

altitud

6. La hipoxia anémica se produce por una disminu ción de los _________ _________ o de la __ _______ en la sangre circulante en el organismo.

globulos
rojos
hemoglobina

7. La pérdida de globulos rojos o hemoglobina dá lugar a un _________ en el transporte del -- ________ a los _______ del cuerpo.

deficit
oxígeno
tejidos

8. La disminución de los glúblos rojos o la hemo globina de la ______ se llama __________ y - puede ser producida por _______, embarazo o deficiencias nutricionales.

sangre
anemia
hemorragia

9. El mónóxido de carbono se combina con la ____ ________ de la sangre formando carboxihemo- globina, disminuyendo con esto la capacidad - de aquella para transportar el _______ a los ________ produciendo la variedad de hipoxia por anemia _____________.

hemoglobina
oxígeno
tejidos
fisiológica

10. El monóxido de carbono es un producto de la combustión incompleta de las materias __________ entre ellas los __________ usados en los aviones

orgánicas
combustibles

11. La hemoglobina tiene una afinidad 210 veces __________ para combinarse con el monóxido de carbono que con el __________.

mayor
oxígeno

12. La hipoxia estática se produce por una disminución en la velocidad de __________ de la sangre que baña los tejidos del cuerpo y se encuentra en los estados de __________ y otros padecimientos cardiovasculares.

circulación
shock

13. Ciertas substancias tóxicas como el __________, __________ y __________ producen una intoxicación en las células de los __________ que impide a éstos utilizar el __________ de la sangre circulante, produciendo con ello la variedad de hipoxia denominada __________.

alcohol
arsenico
cianuro
tejidos
oxígeno
histotóxica

14. Una persona en vuelo puede estar expuesta a varios de los tipos de hipoxia existentes a parte de la hipoxia __________ propia de la altitud, lo que dá lugar la apríción de síntomas más __________ de hipoxia que no corresponden a la altitud __________ a la que dicha persona esta volando.

hipóxica
severos
real

15. La característica primordial de los síntomas de la hipoxia es su caracter __________ o __________ es decir, un individuo expuesto puede llegar hasta la perdida de la __________ por esta causa, sin que se percate de ello.

insidioso
traicionero
consciencia

16. La mayor altitud absoluta en que se vuele, la mayor duración de exposición a esa altitud, las altas temperaturas, una condición física desfavorable o deficiente, una actividad física más o menos intensa y la presencia de

trastornos emocionales como aprehensión, miedo, angustia, ansiedad, etc. son factores -- que __________ la tolerancia a la hipoxia - __________ la velocidad de aparición y - la __________ de sus síntomas.

disminuyen
aumentando
gravedad

17. La ingestión de bebidas alcohólicas o el - - efecto posterior resultante de ello (cruda), el fumar en exceso y una condición física -- deficiente originada por un deficit de sueño __________ la velocidad de aparición y - la __________ de los síntomas de hipoxia.

aumenta
gravedad

18. Las personas residentes a grandes altitudes sobre el nivel del mar soportan __________ los efectos de la hipoxia.

mejor

19. La etapa indiferente de los síntomas de hipoxia se encuentra cuando se vuela a altitudes de menos de __________ pies. En esta etapa la alteración más manifiesta es una disminución en la adaptación a la __________ en vuelo nocturno, desde una altitud de __________ pies.

10,000
obscuridad
5,000

20. Debido a la dismincuión de la adaptación a - la obscuridad que se presenta con los vuelos nocturnos, se considera recomendable el em-- pleo de __________ adicional para corregirla, desde el momento del __________, sobre todo en operaciones de vuelo militar.

oxígeno
despegue

21. La etapa compensatoria de los síntomas de -- hipoxia se encuentra cuando se vuela a altitudes entre __________ y __________, y se llama así debido a que los mecanismos compensadores de los aparatos __________ y __________ del organismo hacen que los síntomas de la hipoxia permanezcan __________.

12,000'
15,000'
cardiovascular
respiratorio
latentes.

22. Los síntomas de la hipoxia pueden __________ cuando se vuela a altitudes entre 12 M' y -- 15 M' por tiempo __________ o se desarrolla - una actividad __________ intensa durante el vuelo.

manifestarse
prolongado
física.

23. Merced a la actividad compensatoria de los aparatos cardiovascular y respiratorio en esta etapa se observa un aumento en la ________ y ________ de las respiraciones, y una ________ frecuencia del pulso.

profundidad
frecuencia
mayor

24. La etapa de las alteraciones manifiestas de los síntomas de hipoxia se presenta cuando se vuela a altitudes entre ______ y ______ pies, y se llama así porque a ésta altitud los mecanismos cardiorespiratorios del cuerpo son ya ________ para proveer un aporte adecuado de ________ a los tejidos, y los síntomas latentes de hipoxia se hacen manifiestos.

15,000
18,000
insuficientes
oxígeno

25. Los síntomas de hipoxia más importantes que se presentan cuando se vuela entre los ______ y ______ pies de altitud sin el uso de oxígeno son: fatiga, lascitud, ________, ________, ________, ________, ________, y ________ (falsa sensación de bienestar).

15,000
18,000
somnolencia
mareo
dolor de cabeza
indiferencia
euforia

26. Entre las alteraciones de la visión debidas a la hipoxia se ennumeran las siguientes: disminución de la ________ ________, reducción ________ del ________ ________, disminución del poder de ________ debido a la debilidad e incoordinación de los ________ que realizan los movimientos del ojo.

agudeza visual
concéntrica
campo visual
acomodación
músculos

27. La reducción concéntrica del campo visual produce la sensación en el individuo que la experimenta, como si él viera a través de un ____.

tubo

28. El sentido del ______ es el último que se afecta con la ______.

oído
hipoxia

29. La hipoxia produce un _________ intelectual que imposibilita al individuo que la sufre a _________ de su _________.

deficit
percatarse
incapacidad

30. Otras alteraciones mentales que la hipoxia - produce son: _________ en la capacidad de - pensar; los _________ y _________ son erro neos y lentos, la memoria se _________ sobre todo para los acontecimientos _________, lo que hace que un tripulante _________ la se-- cuencia a seguir en los procedimientos de _ _________ o de vuelo normal.

lentitud
cálculos
decisiones
pierde
recientes
olvide
emergencia

31. La hipoxia produce alteraciones de la _____ _____ similares a las que se observan en los individuos que sufren intoxicación _______ _____.

personalidad
alcoholica

32. Con la hipoxia se presentan alteraciones psi comotoras que producen: _________ muscular y _________ que dan lugar a _________, - rasgos ilegibles en la _________ y _________ deficiente en los vuelos de acrobacia o for- mación.

incoordinación
temblor
tartamudez
escritura
coordinación.

33. _________ es el nombre que se dá a la co- loración _________ que aparece en los labios _________ y piel, que se debe a una falta - grave de _________ en los tejidos del cuer- po.

cianosis
violacea
uñas
oxígeno

34. La etapa _________ de los síntomas de la - hipoxia se presenta cuando se vuela a la al- titud de _________ pies o más, sin el uso de oxígeno _________.

crítica
20,000

35. En la etapa crítica los síntomas de la hipoxia son más _______ y conducen finalmente a la pérdida de la _______ después de algunos _______ de exposición.

graves
consciencia
minutos

36. Los síntomas de la hipoxia aguda son generalmente _______ y conducen rapidamente a la _______ de la _______ antes de que la persona expuesta _______ algún otro síntoma.

dramaticos
perdida
consciencia
note.

37. Se llama tiempo de consciencia _______ al intervalo entre el momento que cesa el aporte de _______ al organismo, y el instante en que la capacidad de éste para realizar cualquier actividad _______, se deteriora.

util
oxígeno
consciente

38. El tiempo útil de consciencia se _______ con la exposición a la _______.

reduce
altitud

39. El tiempo util de _______ promedio a la altitud de 25 M' varia de _______ a _______ minutos, mientras que la altitud de 40 M' este se reduce a _______ o _______ segundos.

consciencia
3 - 5.5
15 - 20

40. El tiempo útil de consciencia no es _______ en una misma persona y puede disminuir por los siguientes factores: condición _______ deficiente, intoxicación _______ y por _______ (al fumar en exceso), el empleo de ciertas drogas como los _______, _______, etc. y las _______ temperaturas.

constante
física
alcohólica
mónoxido de carbono
anti-histaminicos.
sulfas
bajas.

41. Los síntomas de la hiperventilación son: ____ _____, visión borrosa, sensación de ________ ______ en la piel, ___________, espasmos y ______________, musculares, _________ y - finalmente pérdida de la ________.

mareo
hormigueo
entumecimiento
contracturas
convulsiones
consciencia

42. El síndrome de hiperventilación se presenta - debido a una expulsión ________ del _______ ___ _________ normalmente existente en el or- ganismo, provocado por un aumento en la ____ _________ y ____________ de las respira-- ciones.

excesiva
bioxido de
carbono
profundidad
frecuencia

43. El bioxido de carbono es un ____________ del centro respiratorio ________ localizado en el bulbo raquideo del _______, por lo que su ________ provoca una falta de estimula- - ción de este centro.

estimulante
nervioso
cerebro
deficit

44. En los pasajeros es comun observar los sínto- mas de ____________ en las siguientes condi ciones: cuando vuelan por ________, _______ ___, en los vuelos con __________ en las ___ ________, en vuelo o cualquier situación ___ ______ del mismo.

hiperventila-
ción.
primera vez
turbulencia
emergencias
desfavorable

45. En los miembros de tripulación se pueden pre- sentar los síntomas de hiperventilación cuando se vuela en condiciones de _________ _____ ______, cuando se tiene una escasa o nula __ _______ con el empleo de los sistemas de __ _______ o con el ________ que se vuela, o - la _________ de vuelo que se realiza.

emergencia
severa
familiariza-
ción.
oxígeno
equipo
operación.

46. Las medidas preventivas contra la hiperventilación de los pasajeros a bordo consisten esencialmente en inspirar _________ para hacer desaparecer el _______ o excitación, pedirle que respire __________ o que __________ por períodos cortos su respiración o hacerlo respirar en una _________ a fin de elevar los niveles de _______ _______ en su cuerpo, y hacer desaparecer los síntomas.

confianza
miedo
lentamente
suspenda
bolsa
bioxido de carbono

47. En las tripulaciones de vuelo las medidas preventivas contra la hiperventilación consisten en la ________ del problema, sus síntomas, el _________ y ____________ en el empleo de los sistemas de _________ a bordo, y evitar condiciones que produzcan ansiedad o miedo a bordo.

explicación
entrenamiento
familiarización.
oxígeno.

48. La medida preventiva más eficiente y ________ contra la ________ consiste en el empleo de los sistemas de _________ a bordo.

única
hipoxia
oxígeno

49. No espere a que aparezcan los ________ de _________ para empezar a usar su ________, ya que lo mas probable es que usted no se percate de su _________. Empleelo siempre cuando vuele a ________ o más, sobre todo cuando lo vaya a hacer por tiempo prolongado.

síntomas
hipoxia
oxígeno
incapacidad
12,000 pies

50. Recuerde que el _______ en exceso, el ingerir bebidas _________ y una deficiente _________ _______ debida a falta de sueño lo _________ _______ más a los síntomas de ________.

fumar
alcoholicas
condición física.
predispone
hipoxia

LAG/yg.

C A P I T U L O 4.

4.1 DISBARISMO O ENFERMEDAD POR DESCOMPRESION.

El disbarismo o enfermedad por descompresión, comprende diversas alteraciones fisiológicas producidas por la expansión de los gases dentro del organismo, debida a una disminución de la presión barométrica. Las alteraciones comprendidas son de dos clases: 1o. las debidas a la expansión de los gases encerrados y 2o. las alteraciones de los gases en solución.

Expansión de los gases encerrados.

La ley de Boyle asienta que el volúmen de un gas es inversamente proporcional a la presión que sobre dicho gas se ejerce; durante el ascenso, los gases libres normalmente presentes en diversas cavidades del cuerpo se expanden; si el escape de este volumen expandido se impide debido a un estrechez anatómica o por cualquier condición patológica, la presión de dicho gas aumenta dentro de la cavidad provocando dolor. Los sitios más comunmente afectados por la expansión de los gases debida a una disminución de la presión barométrica son, el aparato digestivo, el oído medio, los senos paranasales, y las piezas dentarias con cavidades defectuosamente obturadas.

Gases en solución.

Los gases inertes principalmente nitrógeno presentes en los tejidos del cuerpo se mantienen en equilibrio con las presiones parciales de los mismos gases en la atmósfera. Cuando la presión barométrica disminuye durante el ascenso, la presión parcial de los gases de la atmósfera disminuye proporcionalmente, dejando los tejidos temporalmente supersaturados. En respuesta a esta supersaturación, el cuerpo intenta establecer un nuevo equilibrio de presiones transportando el exceso de volumen de gas por la sangre venosa hacia los pulmones. Si esta supersaturación no se realiza en esta forma por la circulación venosa, se forman burbujas de dicho gas en los tejidos produciendo el síndrome conocido como aeroembolismo, cuyas manifestaciones se describen más adelante. Esta última alteración se explica por la ley de Henry ya citada que dice: la cantidad de un gas en solución es directamente proporcional a la presión ejercida sobre dicho gas.

4.2 EXPANSION DE GASES EN EL ORGANISMO.

Como ya se dijo anteriormente la expansión de gases en el organismo con la disminución de la presión barométrica se explica por la ley de Boyle anteriormente citada; utilizando esta ley es posible calcular la expansión sufrida por una mezcla gaseosa a cualquier altitud mediante la formula siguiente: $\left(\frac{p1}{p^2} v1 = v2\right)$ en donde p1 = presión barométrica a nivel del mar; p^2 = presión barométrica a una altitud dada, v1 = volumen de gas a nivel del mar y v^2 = volumen expandido del mismo gas; esta fórmula es aplicable a los gases secos de la atmósfera. Sin embargo los gases dentro del organismo se saturan con el vapor de agua el cual como ya se dijo anteriormente desarrolla una presión de 47 mm.hg. a una temperatura del cuerpo de 37°C, a cualquier altitud; por lo tanto para obtener la expansión de gases dentro del organismo debe restarse este valor de la presión barométrica final existente a la altitud dada (p^2) quedando la formula en la siguiente forma:

$\frac{p1 - 47}{p2 - 47} = v1 = v2$

Ejemplo: para calcular la expansión de un litro de aire dentro del organismo a 10,000' se procede en la siguiente forma: $\frac{760 - 47}{523 - 47} = 1.5$ en donde 760 - 47 representan la presión barométrica a nivel del mar, 523 - 47 - representa la presión del aire a la altitud de 10,000' (ambos dentro del organismo y saturados con vapor de agua) 1.5 representa el volumen del aire a la altitud de 10,000'. En la figura No. 18 y en la tabla No. 3, se expresan los valores de expansión gaseosa a diversas altitudes, para aire seco y húmedo.

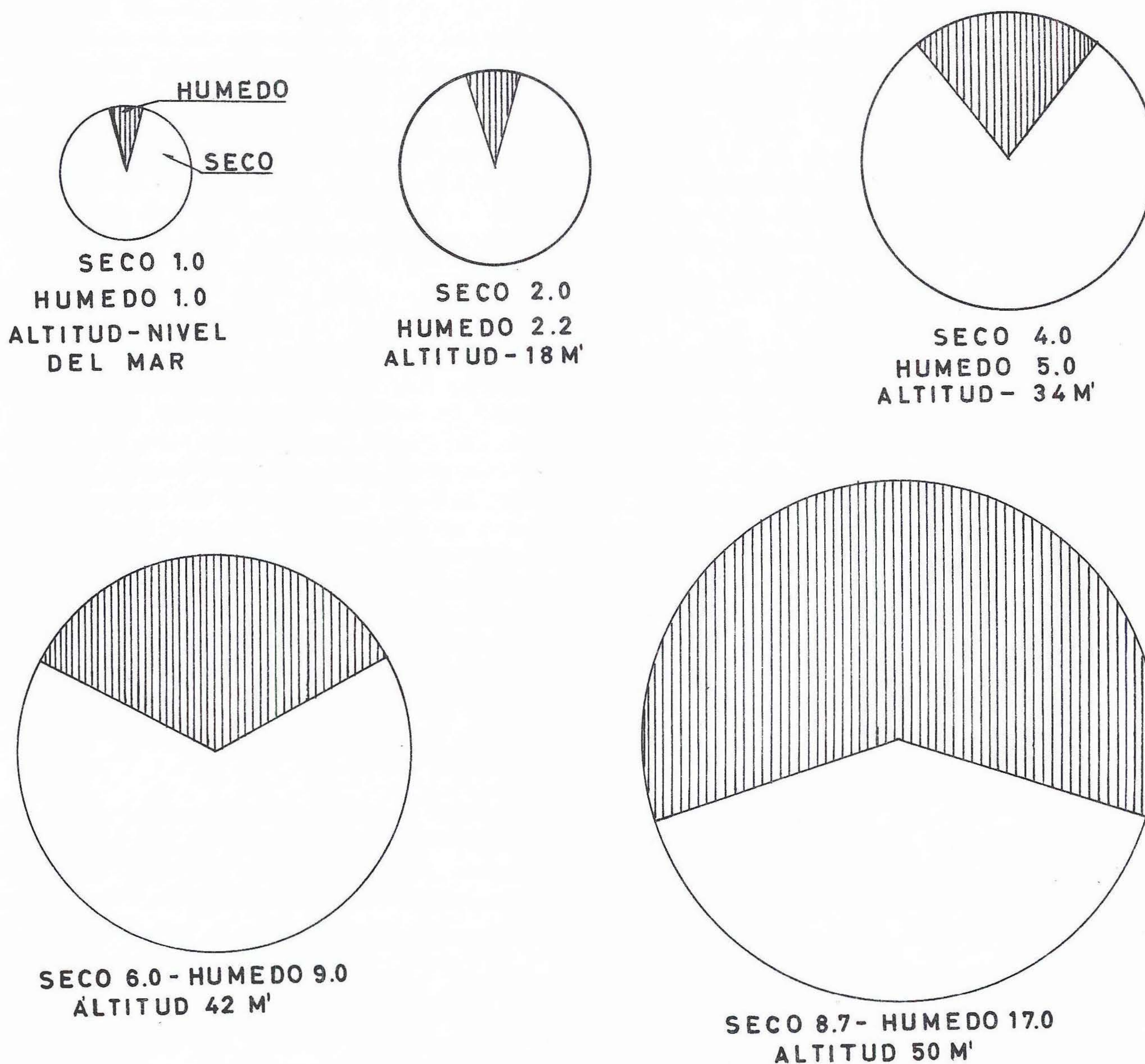


FIG. No. 18.- EXPANSION RELATIVA DE UNA BURBUJA DE GAS CON LA ALTITUD.

Efectos producidos por la expansión de los gases encerrados.

4.2.1 APARATO DIGESTIVO.

El efecto más frecuentemente experimentado con una rápida disminución de la presión atmósferica es una molestia debida a la expansión del aire dentro del tracto digestivo. Afortunadamente los síntomas no son serios en la mayor parte de las personas a altitudes bajas o intermedias, pero sin embargo por encima de los 25,000' puede producirse una distensión suficiente para producir dolor intenso, el cual puede causar por acción refleja, una baja de la presión arterial y tendencia al desmayo.

El estómago y los intestinos delgado y grueso normalmente contienen una cantidad variable de gases, a una presión aproximadamente equivalente a la de la atmósfera circundante. Los principales orígenes de este gas son el aire tragado y en menor grado el gas que se forma como resultado de los procesos digestivos, fermentación, descomposición bacteriana y putrefacción de los alimentos cuya digestión se efectúa. Los gases normalmente presentes en el aparato digestivo son: oxígeno, bióxido de carbono, nitrógeno, hidrógeno, metano y ácido sulfhídrico; la proporción de dichos gases es variable, aunque el mayor porcentaje de la mezcla gaseosa es siempre nitrógeno.

A medida que los gases en el estómago o en el intestino se expanden con la altitud, puede presentarse una molestia intensa a menos de que la presión de dicho gas disminuya dentro del aparato digestivo expulsando dicho gas por el recto o por la boca. Cuando se asciende rapidamentela persona expuesta puede presentar dolor cólico abdominal intenso a altitudes tan bajas como 15 o 20,000', presentándose sin embargo más a menudo a altitudes de 30 a 35,000' en donde el alivio de los síntomas es más difícil.

Generalmente se facilita la expulsión de los gases del abdomen caminando o realizando movimientos en el avión y por medio de un masaje que provoca la movilización de los gases expandidos. El dolor provocado por la expansión gaseosa en el abdomen cuando es moderadamente severo, puede producir una disminución de la presión sanguínea y ocasionalmente síncope si no se alivia la distensión, por lo que toda persona que experimenta dolor abdominal por esta causa, debe ser vigilada para ver si presenta palidez u otros signos de desmayo, en cuyo caso debe realizarse un descenso lo más rapidamente posible.

El mecanismo del dolor gastro intestinal en la altitud no depende simplemente del volumen absoluto o de la localización del gas, habiéndose demostrado experimentalmente que la sensibilidad o irritabilidad del intestino es el factor más importante es decir, el individuo puede presentar una respuesta variable a la altitud dependiendo de factores tales como fatiga, aprehensión, estado emocional y condición física general. Aunque se ha comprobado que los alimentos formadores de gas probablmente tengan poca influencia directa sobre la producción de síntomas abdominales en las grandes altitudes, en ciertos individuos posiblemente ciertos tipos de alimentos alteran específicamente la sensibilidad del aparato digestivo, durante la distensión gaseosa.

Prevención de dolor abdominal por distensión gaseosa.

Los miembros de tripulación que regularmente realizan vuelos a grandes altitudes generalmente evitan tomar los alimentos que por experien-

cia consideran como perjudiciales para ellos. Generalmente tales alimentos son: cebollas, nabos, manzanas crudas, rábanos, frijoles, calabazas, melones, pasteles o alimentos cremosos y un exceso de pan. Se recomienda antes de los vuelos a grandes altitudes evitar la ingestión de grandes cantidades de líquidos, especialmente bebidas gaseosas o cerveza; asimismo debe de evitarse masticar chicle durante el ascenso ya que con ello se traga una mayor cantidad de aire.

Se ha prestado poca atención a los hábitos alimenticios en relación con la expansión gaseosa en abdomen, en las grandes altitudes; se ha observado que el comer irregularmente, apresuradamente o mientras se trabaja, el individuo es más susceptible de sufrir molestias abdominales por distensión gaseosa. Las tripulaciones que regularmente estan asignadas para realizar vuelos largos a grandes altitudes deben recibir una atención especial con respecto a su dieta y horario de alimentación.

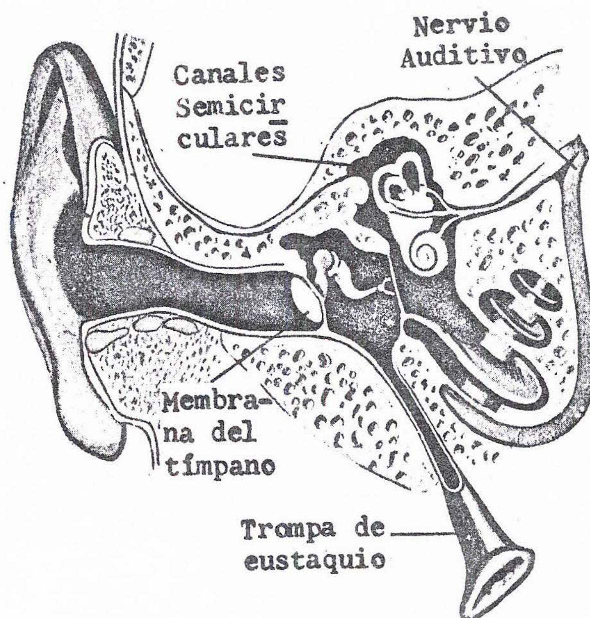
4.2.2 EFECTOS DE LOS CAMBIOS DE LA PRESION BAROMETRICA EN EL OIDO MEDIO.

Se define como aerotitis o barotitis una inflamación aguda, traumática, del oído medio atribuida a una diferencia de presión existente entre el aire contenido en el oído medio, y la atmósfera circundante.

Anatomía del oído.

Para explicar más claramente los efectos que los cambios de la presión barométrica producen en el oído medio, los cuales originan la barotitis, se señalan algunas consideraciones anatómicas del oído.

Se divide el oído en 3 secciones: (Fig. No.19).



Oído externo. Comprende el pabellón de la oreja y el conducto auditivo externo, el cual termina en la membrana del tímpano que es una delgada membrana de 0.1 mms. de grosor, y que separa el oído externo del oído medio.

Oído medio. Es una cavidad enclavada en el hueso temporal del cráneo, estando sus paredes cubiertas de una superficie mucosa; todas sus paredes están constituídas por hueso a excepción de su pared externa que está formada por la membrana del tímpano ya citada; el oído esta comunicado con la rinofaringe por medio de una hendidura o conducto llamado Trompa de Eustaquio, que más adelante se describe; en el interior del oído medio se localiza la cadena de huesecillos (yunque, martillo y estribo) cuya función como parte del sistema de conducción de las ondas sonoras, se estudia en otro capítulo.

Oído interno. Es funcionalmente la parte más importante del oído ya que ahí se localizan los organos que regulan la doble función de éste: la audición y el equilibrio.

Trompa de Eustaquio. La trompa de Eustaquio es un pequeño conducto que se extiende desde la pared antero inferior del oído medio a la rinofaringe, es decir, su orificio externo situado exactamente en la porción de la faringe localizada atrás del orificio posterior de las fosas nasales.

Aproximadamente en su 4o. posterior o lateral es de consistencia osea y en sus 3/4 anteriores o mediales es membranosa, existiendo en la unión de éstas dos partes un pequeño estrechamiento; debido a la consistencia membranosa de la trompa y a la cohesión existente entre sus paredes húmedas, la cavidad es virtual, es decir permanece cerrada, dilatándose sólamente con el paso del aire bajo cierta presión; debido también a su conformación, la Trompa de Eustaquio permite el paso del aire, en situaciónes normales, más, fácilmente del oído hacia la rinofaringe que en el sentido inverso requiriéndose generalmente para ésto último que por medio de movimientos de masticación, deglución o bostezo, se contraigan los músculos de la faringe, se dilate la desembocadura de la trompa y permita el paso del aire.

Equilibrio de presiones durante el ascenso:

Cuando se asciende, la presión atmósferica del aire exterior disminuye dando lugar a una presión diferencial entre dicho aire y el contenido en el oído medio; esto origina una sensación "como de llenura" en el oído medio, ligera sordera y se observa que la membrana del tímpano es empujada ligeramente hacia afuera debido a la mayor presión del aire contenido en el interior del oído; Fig. No. 20. En condiciones normales, cuando la presión diferencial entre el aire del oído medio y la atmósfera externa llega a 15 mm de Hg. (aproximadamente corresponde a un ascenso de 500') una burbuja de aire es forzada a salir del oído a través de la trompa, escuchándose un "click" producido por el paso del aire a través de la estrechez de la trompa desaparecen las molestias del oído y la membrana timpánica regresa a su posición normal; Fig. No. 21, al continuar el ascenso este proceso se realiza automáticamente a alturas variables cada vez, manteniéndose con ello el equilibrio normal de las presiones entre el aire del oído medio y la atmósfera circundante.

Cuando el ascenso se realiza muy rapidamente las molestias por diferencias de presión en el oído medio pueden ser más intensas, pero estando la trompa en condiciones normales de permeabilidad el equilibrio se establece más o menos facilmente, sobre todo con los movimientos de masticación o deglución que facilitan la salida del aire al exterior, dilatando la trompa de Eustaquio.

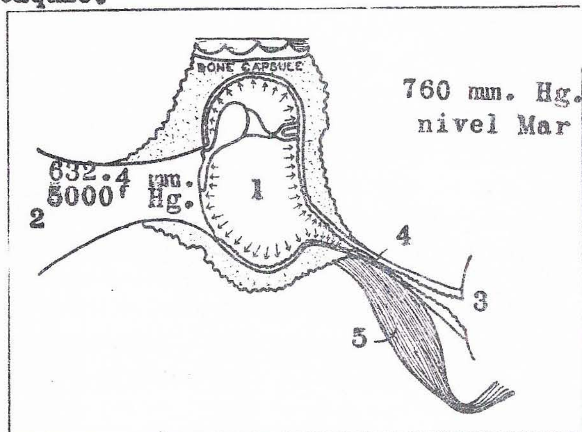


Fig. No. 20
Equilibrio de Presiones en oido medio

1, 2 y 3.- 760 mm. Hg. (N. M.)
4 y 5.- igual que fig. No. 22

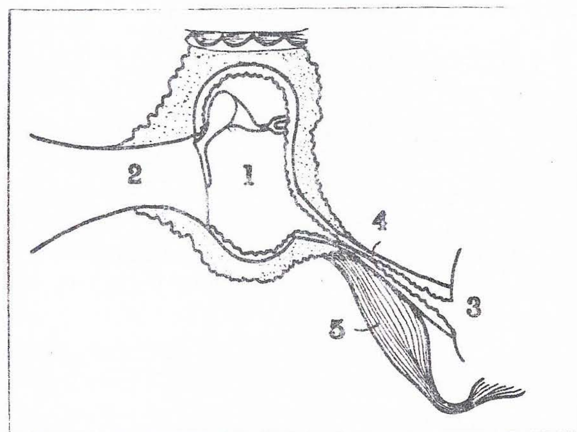


Fig. No. 21
Presión Diferencial del oido medio, durante el ascenso.

1.- 760 mm. Hg. (N. M.)

2.- 632.4 mm. Hg. (5M')

3.- 632.4 mm. Hg. (5M')

4 y 5. igual que en la Fig. No. 22

<u>Equilibrio de presiones durante el descenso.</u>

Durante el descenso la presión barométrica del aire exterior aumenta, creando igualmente una presión diferencial con el aire contenido en el oído medio: Fig. No. 22. La conformación anatómica de la trompa de Eustaquio impide que el equilibrio de presiones se realice en la forma automática que ya se ha descrito durante el ascenso, siendo necesario para permitir el paso de aire de la rinofaringe hacia el oído medio, que la acción de los músculos de la faringe dilaten el orificio externo de la trompa o se creen presiones positivas altas en la rinofaringe para que este aire pueda pasar al oído; se ha observado que a mayor presión diferencial resulta más difícil la apertura de la trompa, no lográndose ésto aún con la acción de los músculos de la faringe siendo necesario reducir la presión diferencial (mediante el ascenso) para lograrlo; en un descenso normal una persona equilibra fácilmente las presiones, mediante los movimientos de deglución que se realizan aproximadamente cada minuto mientras la persona esta despierta; durante el sueño el reflejo de deglución se retarda presentándose cada 5 o 7 minutos, por lo que se recomienda siempre despertar a los pasajeros durante el descenso a fin de que mediante el proceso de deglución se equilibren las presiones y se eviten así las molestias ocasionadas por una presión diferencial alta.

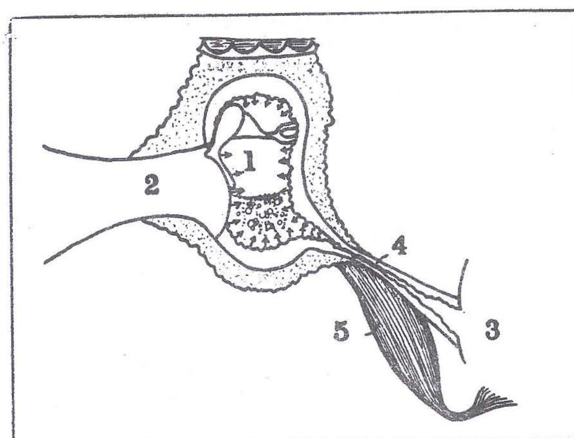


FIG. No. 22.
Presión Diferencial del Oido medio no ventilado, durante el descenso.

1. 632.4 mm. Hg. (5M')
2. 733 mm. Hg. (1M')
3. Nasofaringe 733 mm. Hg. (1M')
4. Trompa
5. Tensor del velo del paladar.

Causas de la barotitis.

Como se ha descrito anteriormente el equilibrio de presiones entre el aire exterior y el oído medio se realiza mediante el paso de aire en uno u otro sentido a través de la trompa de Eustaquio; por tal razón, todo proceso que produzca obstrucción de dicha trompa e impida por consiguiente el libre paso del aire en cualquier sentido, origina una mayor presión diferencial y ocasiona los fenómenos de barotitis. Entre las causas más frecuentes se cita el catarro común, los procesos inflamatorios de faringe (faringitis)- inflamación de amígdalas o adenoides, rinitis alérgicas, o presencia de pólipos, desviaciones del tabique nasal o malformaciones de la nariz que impidan el paso normal del aire a través de ésta, ventilando anormalmente la rinofaringe.

Síntomas de barotitis.

Los síntomas de la barotitis media dependen de la duración, frecuencia y severidad del trauma sufrido; serán asimismo más intensos por ejemplo, sí se realiza un descenso de los 10M' a nivel del mar, que cuando se desciende de los 20M' a los 10M', ya que en el primer caso el cambio de la presión barométrica es mayor. En los casos moderados se presenta una sensación de molestia en los oídos y sordera que persiste generalmente de una a dos horas. En los casos severos se presenta dolor, sordera, mareo y zumbido de oídos que pueden persistir de 4 a 48 horas y que generalmente cede cuando se logra el equilibrio de presiones. Por las circunstancias mencionadas anteriormente que se refieren a la disposición anatómica de la trompa de Eustaquio, los síntomas de barotitis media se presentan principalmente durante el descenso; en esos casos se observa que cuando la presión diferencial alcanza la cifra de -30 mm Hg. el dolor del oído es intenso, el zumbido es igualmente muy marcado pudiendo oírse como un silbido o como ruido de motor. Cuando la

presión diferencial es aproximadamente -60 mm. Hg., la sensación de llenura del oído es marcada, el dolor es más severo, el zumbido es más intenso y se presentan muchas veces vértigo y náuseas; a los -60 a -80 mm. Hg. de presión diferencial el dolor es sumamente severo y se irradia alrededor del oído, la sordera es marcada y el vértigo y el zumbido aumentan pudiendo sin embargo, desaparecer este último.

Con una presión diferencial entre -100 y -500 mm. Hg. el tímpano se rompe, sintiéndose cuando esto ocurre, como un golpe en el oído con la palma de la mano abierta; se escucha un ruido explosivo y se presentan un dolor agudo penetrante, pudiendo haber nausea y vértigo seguido de colapso o shock generalizado. Una vez roto el tímpano el dolor intenso desaparece persistiendo solamente un dolorimiento por 12 a 48 horas y se nota la salida de líquido serosanguinolento por el conducto auditivo externo; generalmente existe algo de sordera y el vértigo y la nausea pueden persistir de 6 a 24 horas.

Prevención de la Barotitis.

La medida preventiva más eficas consiste en no volar con catarro ni con algún padecimiento inflamatorio de la garganta o de las vías respiratorias altas. Recuerde siempre que es mejor dejar de volar por 2 o 3 dias que dura un padecimiento agudo de este tipo, que tener que dejar de hacerlo durante semanas o aún meses por una barotitis media, que además le puede dejar lesiones permanentes. Si durante el vuelo usted experimenta molestias para equilibrar la presión de sus oídos, consulte a su médico a fin de determinar cual es la causa, de instituir las medidas cuarativas que se requieran. Si por una necesidad urgente usted requiere volar con un catarro que empieza o solo es discreto, consulte a su médico que le dirá si basta la aplicación de un vasoconstrictor para evitarle problemas en vuelo y quien ademas lo valorará de acuerdo con el tipo de vuelo que vaya a realizar, su duración, su altitud, equipo que vaya a usar, etc. Nunca use gotas nasales sin ningún control ya que estas pueden producirle efectos secundarios que comprometan su seguridad. Consulte siempre a su médico para todo medicamento que usted pueda y deba tomar.

Barotitis retardada.

Este es un trastorno inflamatorio, traumático, de oído medio el cual no es producido por dificultas o trastorno de la ventilación de esta cavidad, pero que se manifiesta con los mismos síntomas que se describieron en la barotitis aguda.

Se presenta en personal que al realizar vuelos nocturnos ha tenido necesidad de utilizar oxígeno 100% desde el momento del despegue hasta el aterrizaje y el cual se acuesta a dormir al poco tiempo de haber descendido; consiste en un dolor que súbitamente se presenta en ambos oídos despertando al piloto durante la noche o en la madrugada, acompañado también de sensación de llenura del oído, sordera, zumbido y ocasionalmente de vértigos y nausea. Al explorar al paciente se observa el tímpano retraido, congestionado y con las alteraciones propias de la barotitis aguda.

La explicación fisiológica de este trastorno es la siguiente:- al respirarse 100% de oxígeno durante tiempo prolongado este gas pasa el oído medio en donde tiene una presión parcial de 760 mm Hg.; por otra parte la sangre de los capilares venosos en el oído tienen solamente una presión parcial de 706 mm. Hg., en tal forma que el O_2 en el oído medio tiene una presión 54 mm. Hg. mayor que la de la sangre venosa, lo cual dá lugar a que el oxígeno -

- PRECAUCION -

Mantenga el oxígeno lejos del fuego. Una lumbre pequeña en presencia de oxígeno puede convertirse en un gran incendio.

Un cigarrillo encendido en contacto con un chorro de oxígeno se inflama rápidamente.

sea progresivamente difundido del oído al capilar venoso, disminuyendo con ello la presión del gas dentro de dicha cavidad; el aire atmosférico por otra parte con presión barométrica de 760 mm. Hg. empuja la membrana timpánica hacia adentro y cada vez más a medida que la presión diferencial entre este y el gas del oído medio aumentan; durante el sueño el reflejo de deglución se presenta solo cada 5 o 7 minutos y a medida que el O_2 se difunde y aumenta la presión diferencial se dificulta más el paso del aire de la faringe al oído medio para sustituir el O_2 que se esta difundiendo.

Las medidas preventivas más recomendadas son:

1. Realizar varias maniobras de Valsalva invertidas (tapar la naríz, apretar los labios y realizar movimientos de deglución a fin de crear una presión negativa en faringe) que facilite la substitución del oxígeno por aire.

2. No acostarse hasta después de 30 o 60 minutos de haber descendido a fin de que los movimientos de deglución ayuden a substituir el O_2 por aire.

<u>Baro-Sinusitis.</u>

4.2.3 <u>CONSIDERACIONES ANATOMICAS SOBRE LOS SENOS PARANASALES.</u>

Los senos paranasales son un conjunto de cavidades huecas enclavadas en el espesor de los huesos de la cara y situados como su nombre lo indica en las proximidades de la nariz. Estan simétricamente distribuidos a uno y otro lado de la cara siendo los principales los siguientes: Fig. No. 23.

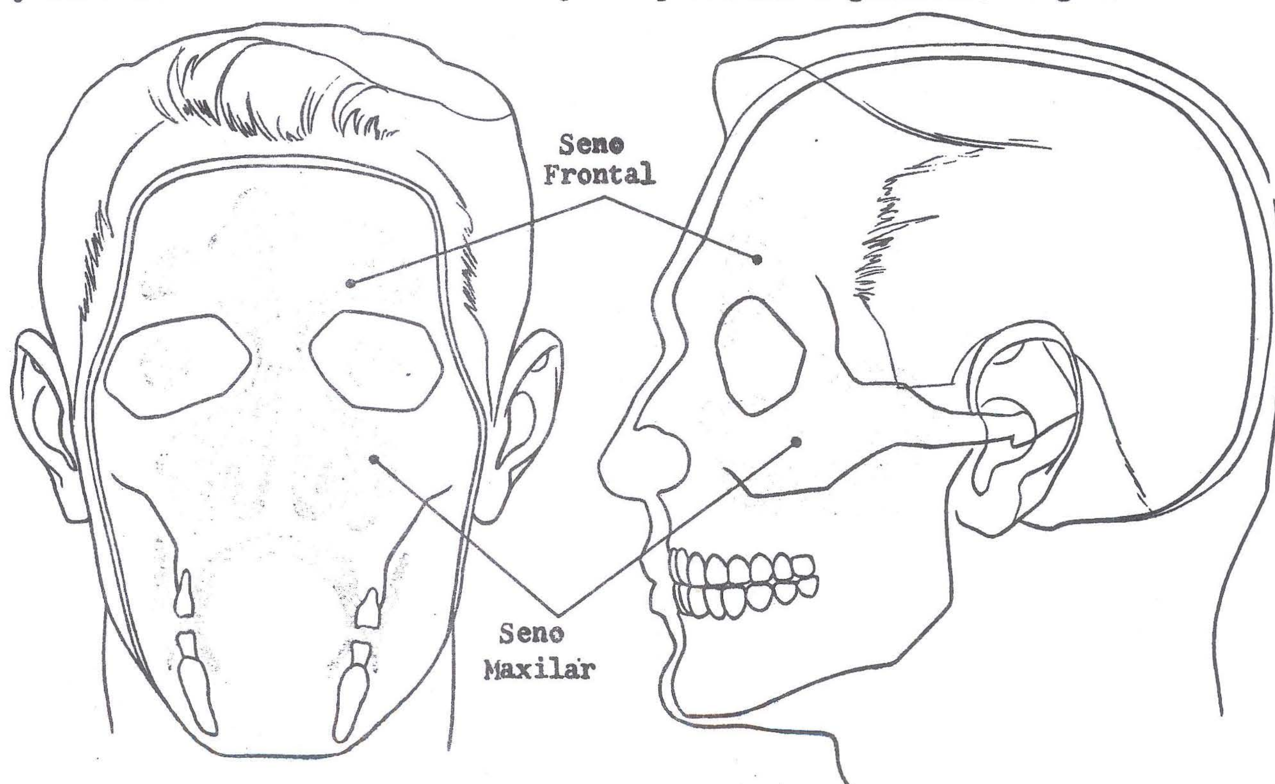


Fig. No. 23.

Representación esquematica de los
Senos Paranasales.

Los senos frontales. Situados en el espesor del hueso frontal - exactamente arriba de la base de la pirámide nasal. Comunica con la fosa na- - sal a través de un pequeño conducto enclavado en el espesor del hueso, el cual se abre al nivel del meato superior de la naríz. Al igual que el resto de los senos paranasales es una cavidad hueca cubierta en todo su espesor con una membrana mucosa; su tamaño varía de una persona a otra.

Senos maxilares. Estan situados en el espesor del hueso maxilar superior a uno y otro lado de la naríz. Representan una cabidad hueca de forma aproximadamente cuadrangular cuyo techo esta constituído por el suelo de la órbita en donde se aloja el globo del ojo, y cuya pared inferior esta representada por el techo de la boca y en íntimo contacto con las raíces de las piezas dentales de la arcada dental superior. Comunica con la naríz a través de un - pequeño conducto también enclavado en el espesor del hueso el cual desemboca a al nivel del meato medio de las fosas nasales; esta igualmente cubierto de una superficie mucosa en todo su espesor.

Seno esfenoidal. El seno esfenoidal es una pequeña cavidad hueca enclavada a uno y otro lado del hueso esfenoides situado en la base del craneo. Esta comunicado igualmente con la fosa nasal a través de un pequeño conducto que desemboca al igual que el seno frontal en el meato superior, y esta cubierto en toda su superficie por una membrana mucosa similar a la ya descrita en las otras cavidades.

Celdillas etmoidales. En la parte póstero-lateral de las fosas - nasales existen un sinnúmero de cavidades huecas a manera de panal de abeja -- que consituyen las celdillas etmoidales, las cuales estan llenas de aire y comunican asimismo con las fosas nasales; forman parte del hueso etmoides que -- contribuye a formar parte de la pirámide nasal.

CAUSAS DE LA BAROSINUSITIS.

La baresinusitis es una inflamación, aguda, traumática, de uno o mas de los senos paranasales ya descritos, como resultado de una diferencia en la presión entre el aire contenido en la cavidad del seno, y el aire de la atmósfera circundante. Afortunadamente se presenta rara vez entre las tripulaciones de vuelo, manifestándose más frecuentemente durante el descenso que durante el ascenso. Las cavidades más afectadas son el seno maxilar y el seno -- frontal.

Ya se ha descrito que los senos paranasales comunican con la fosa nasal a través de pequeños conductos; cuando una cavidad tal como un seno, con una pequeña apertura al exterior es desplazada a través de medios de diferentes presiones barométricas, el equilibrio entre el aire dentro de la cavidad y el aire fuera de ésta, se establecerá con una velocidad que dependen del tamaño de la apertura y el grado de cambio de presión. Cuando el seno es normal y el conducto es perfectamente permeable, el flujo libre de aire entre la cavidad y el exterior lleva a cabo el equilibrio durante el ascenso y el descenso sin ninguna sensación o cambio de estructura. Figura No. 24. Durante el paso de aire pueden ocurrir algunos efectos anormales, pudiendo entrar al conducto que comunica el seno con el exterior ya sea líquidos, moco, pus o substancias similares a medida que la presión exterior se aumenta, pudiendo producirse igualmente la obstrucción de dicho conducto por la presencia de tejido anormal debido a un desarrollo excesivo de las estructuras de la naríz, o deformidades anatómicas de la misma, como son desviaciones del tabique nasal que difi

culten la ventilación de los senos paranasales, la presencia de pólipos, u - - otros tejidos anormales en la nariz que igualmente produzcan dificultad o imposibilidad para el equilibrio de presiones entre el seno paranasal y el medio externo, y lo que es mas frecuente, los estados inflamatorios de la mucosa nasal provocados mas frecuentemente por el catarro común, alérgica o las producidas por causas mecánicas o traumáticas.

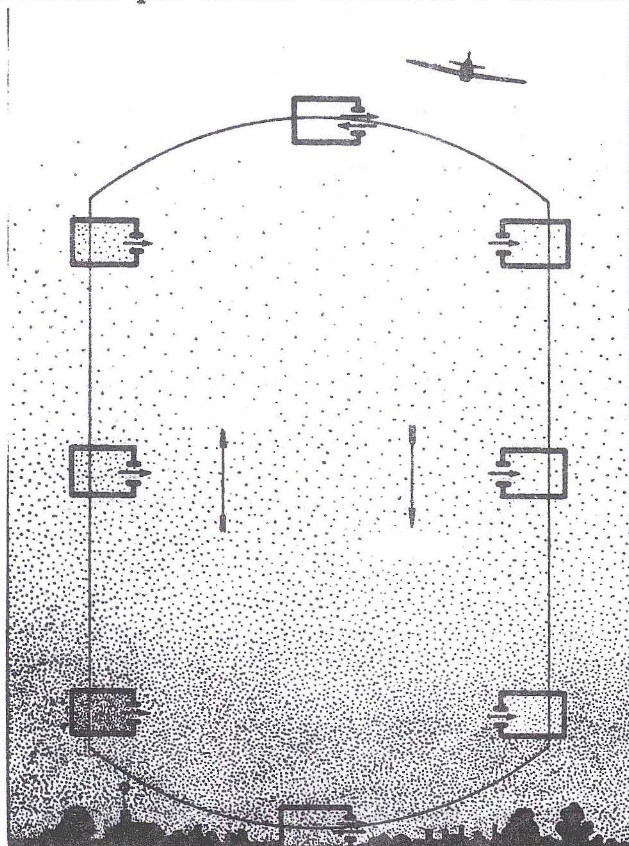


Fig. No. 24.

Ajuste barométrico dentro del Seno con el cambio de - Altitud.

Si se presente el bloqueo del conducto del seno paranasal por - tejidos inflamados o por deformidades anatómicas, la presión del aire en la cavidad es positiva durante el ascenso y negativa durante el descenso. Cuando algunas secreciones mucosas o purulentas obstruyen el conducto poco ocurre durante el ascenso, puesto que el aire que sale del seno empuja los líquidos hacia afuera; en el descenso la dirección se invierte y puede producirse una descarga de estos líquidos dentro del seno. Fig. No. 25 y 26.

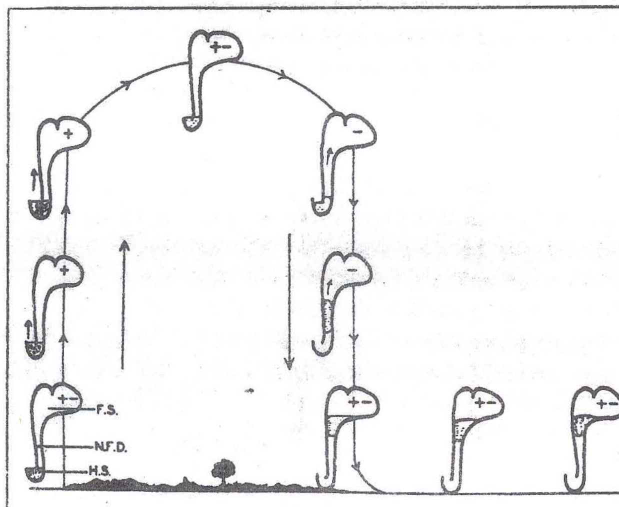


Fig. No. 25.

El seno frontal en vuelo (aspiración de secreciones durante el descenso)

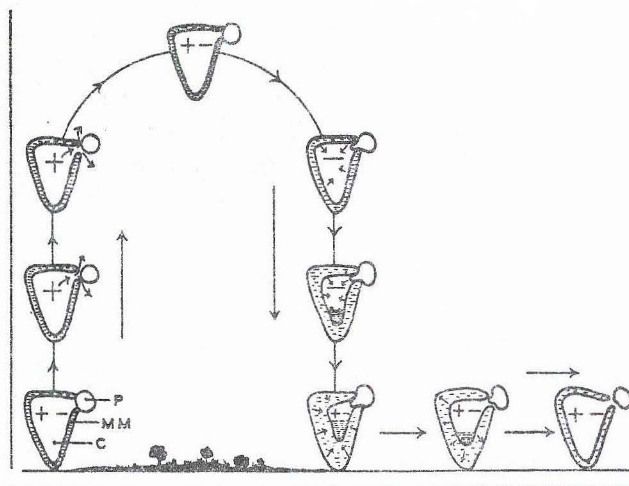


Fig. No. 26.

El seno maxilar en vuelo (acción obstructiva de un pólipo (P) nasal.

SINTOMAS Y SIGNOS DE LA BAROSINUSITIS.

La presencia de dolor en la barosinusitis durante el ascenso es mucho menos frecuente que durante el descenso, siendo dicho dolor generalmente severo y casi siempre localizado en la región frontal, exactamente sobre la base de la pirámide nasal, presentándose también a los lados de la naríz exactamente sobre la región malares (pómulos); ocasionalmente se presenta lagrimeo, y el dolor se acompaña de secreción nasal purulenta o mocopurulenta en la gran mayoría de los pacientes. Cuando el seno maxilar es el afectado puede presentarse dolor e irritación (enrojecimiento) de uno o ambos ojos, y al mismo tiempo sensación dolorosa en gran parte de las piezas dentarias de la arcada superior, lo cual se explica por la contiguídad de las paredes inflamadas del seno con estas estructuras.

El dolor, principalmente durante el descenso puede ser suficientemente intenso dependiendo por una parte del grado de obstrucción del conducto del seno y por otra, de la velocidad de descenso, y de la altitud de la cual se descienda, sucediendo aquí lo mismo que se dijo de la barotitis es decir, los síntomas son más severos cuando se desciende por ejemplo de los 10,000 pies al nivel del mar que cuando se realiza un descenso de los 20,000 a los 10,000 pies dado que en el primer caso el cambio de la presión barométrica es más grande, y da lugar a una presión diferencial mayor entre el aire contenido dentro del seno y el aire atmósferico.

PREVENCION DE LA BAROSINUSITIS.

La posibilidad del desarrollo de una barosinusitis aguda requiere la corrección de todas las condiciones que afectan la naríz, antes de que una persona sea autorizada para realizar actividades de vuelo; las afecciones que requieren comunmente corrección son las desviaciones del tabique nasal, alérgias, pólipos nasales e infecciones agudas o crónicas de la naríz.

Los factores que temporalmente contribuyen al bloqueo de los conductos tales como infecciones agudas en las vías respiratorias, son causas para impedir al personal que vuele durante algunos días, hasta que la condición haya desaparecido. Cuando por cuestiones de emergencia se requiere que una persona tenga que volar con un proceso inflamatorio que comprometa la permeabilidad de uno o varios senos paranasales deben emplearse substancias vasoconstrictoras antes del vuelo, las cuales al igual que se dijo en la barotitis de-

ben ser prescritas y dosificadas por un Médico. La experiencia ha demostrado que resulta practicamente mas util el empleo de las pequeñas botellas de plastico que actuan como atomizadores para usar las substancias vasoconstrictoras que las gotas nasales usualmente empleadas.

En resumen, todo proceso agudo o crónico de tipo inflamatorio, alérgico o traumático que produzca obstrucción para la ventilación adecuada de los senos paranasales debe incapacitar o incapacita al piloto para realizar actividades de vuelo, hasta en tanto no desaparezca esta condición.

AERODONTALGIA.

Se designa así el dolor súbito, intenso y a menudo incapacitante, que se presente durante el vuelo, como consecuencia de los cambios de la presión barométrica, en una o varias piezas dentales.

Este dolor nunca se manifiesta en las piezas dentarias sanas sino en aquellas que presentan una o varias de las siguientes caractéristicas:

a) una carie oculta que comunique con el exterior solo a traves de un pequeño conducto excavado en la misma pieza,

b) una carie obturada solo parcialmente con amalgama,

c) una inflamación de la pulpa dentaria como consecuencia del empleo de un material deficiente en la obturación de una carie,

d) un abceso dentario.

En todos estos casos la presencia de aire dentro de las cavidades es la causante del problema, ya que con la disminución de la presión barométrica en la altitud este aire se expande y produce dolor por la irritación de la raíz nerviosa de la pieza dentaria. Las molestias se presentan principalmente durante el ascenso, siendo sumamente raro en un descenso.

La medida preventiva mas eficaz consiste en evitar el vuelo cuando existe un abceso dentario y practicar la obturación completa y perfecta de una pieza careada con un material de buena calidad, perfectamente empacado dentro de la cavidad de la carie y adherido a la base de esta. Algunas ocasiones es posible que se presente dolor en vuelo en una pieza dentaria recientemente obturada la cual no amerita una nueva obturación, sino que basta simplemente que pasen algunos días, durante los cuales el material obturante se adhiere a la carie, para que deje de presentar problemas en vuelo.

AEROEMBOLISMO.

El aeroembolismo, conocido tambien como enfermedad por descompresión o aeroenfisema es una condición experimentada en vuelo como consecuencia de la exposición a una baja presión atmosférica; los gases disueltos en los tejidos y líquidos del organismo a la presión del nivel del mar, dejan de estar disueltos y pasan al estado gaseoso en forma de burbujas cuando el organismo es expuesto a una presión atmosférica baja.

CAUSAS DEL AEROEMBOLISMO:

Aunque aún no se conoce el mecanismo exacto para explicar los diversos síntomas de aeroembolismo, se piensa que éste es debido a una sobres saturación de nitrógeno producida en determinado momento en los líquidos y tejidos orgánicos, como consecuencia de una deficiencia de los mecanismos encargados del transporte y expulsión de este gas expandido con la altitud, de dichos tejidos hacia el pulmón, en donde la difusión del nitrogeno debiera tener lugar.

Basicamente la causa de los síntomas de aeroembolismo es similar a lo que sucede a los buceadores de aguas profundas, y la formación de burbujas de gas en el organismo puede compararse con lo que xucede con una botella de cerveza o de refresco al quitarle la tapa; Fig. No. 27 al embotellar el líquido del refresco o la cerveza, se aplica un gas a presión (CO_2) el cual pasa en solución a dichos líquidos; al quitar el tapón, la presión se libera y el gas abandona la solución en forma de burbujas; sí se coloca nuevamente el tapón se formará una camara de mayor presión entre el nivel de líquido y el tapón y el gas permanecerá burbujeando hasta que se equilibren las presiónes del líquido y esta camara de aire; simismo se demuestra la existencia de aeroembolismo cuando se expone un recipiente de agua simple a la altitud, viéndose que a los 18 mil pies empiezan a observarse burbujas de gas, las cuales son claramente demostrables antes de los 30 mils pies.

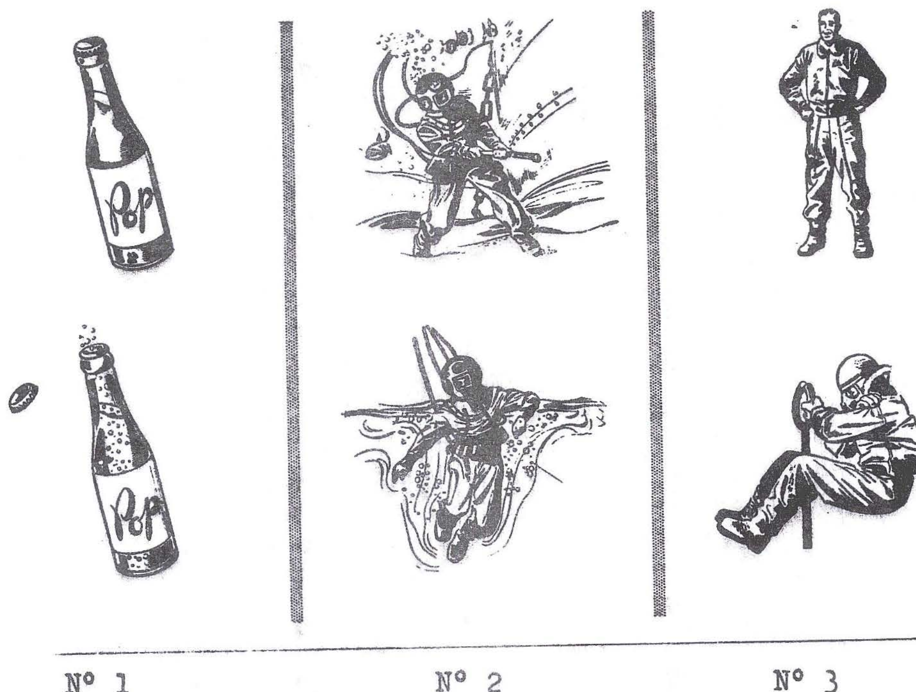
Los tejidos y líquidos del organismo contienen de 1.0 a 1.5 litros de nitrogeno en solución; cuando la altitud aumenta, la presión del nitrogeno atmosférico disminuye y el nitrogeno en solución en los tejidos tiende a salir hasta que el equilibrio se restablece; si el cambio es rápido se presenta un retardo para el establecimiento de dicho equilibrio, que conduce a una sobresaturación de nitrogeno en el organismo. El exceso de nitrógeno difunde a los capilares y es transportado por la sangre venosa de donde es elimihado a traves de su difusión en el pulmón. Cuando el ascenso a altitudes de 30 mil pies o más es rápido, entonces el nitrogeno tiende a formar burbujas en los tejidos y en la sangre, estando constituidas dichas burbujas además por pequeñas cantidades de $CO2$ y $O2$ y vapor de agua. Debido a que la grasa disuelve 5 o 6 veces más nitrogeno que la sangre, los tejidos que tienen mayor cantidad de grasa, son más susceptibles a la formación de burbujas.

FACTORES QUE AFECTAN EL AEROEMBOLISMO.

Entre los factores que predisponen a la aparición de manifestaciones de aeroembolismo, se citan los siguientes: la velocidad de ascenso, la altitud, la duración a la exposición a esa altitud, el frio, la edad y el ejercicio físico. De estos factores se puede citar que el ejercicio físico disminuye el umbral para la aparición de síntomas de aeroembolismo produciéndose síntomas severos a altitudes entre 25 o 26 mil pies cuando se realiza éste aún moderadamente; la incidencia de aeroembolismo aumenta igualmente con la edad y con el area de superficie corporal, así como con la exposición al frío.

SINTOMAS DE AEROEMBOLISMO.

Los síntomas de aeroembolismo se pueden clasificar en 4 grupos: afecciones del sistema locomotor, síntomas torácicos, alteraciones de la piel y alteraciones del sistema nervioso.



Nº 1 Nº 2 Nº 3

Fig. Nº 27.- Mecanismos de aeroembolismo

1.- Una bebida gaseosa, con gas (CO_2) en solución, al ser destapada, tiende a equilibrar la presión de dicho gas con la del aire atmosférico (Ley de Henry) dando lugar a la formación de burbujas de CO_2 que desaparecen hasta que dicho equilibrio de presiones se alcanza.

2.- Un buzo sumergido en aguas profundas contiene en los tejidos y líquidos de su organismo una mayor concentración de nitrógeno en solución debido a las altas presiones a las que su organismo está sujeto (Ley de Henry); si en estas condiciones es elevado rápidamente a la superficie sufrirá síntomas severos de aeroembolismo por la liberación de éste gas en forma de burbujas que van a depositarse en diversas areas de su organismo.

3.- Un individuo en tierra contiene igualmente una cantidad de nitrógeno disuelto en los líquidos y tejidos de su organismo que varia de acuerdo con la presión parcial de este gas en el aire atmosférico del sitio en donde se encuentra; cuando subitamente se expone a una baja presión atmosférica por un ascenso rápido en un avión, sufrirá igualmente los síntomas de aeroembolismo que se describen en este capítulo, producidos por la liberación de este gas en forma de burbujas al tratar de equilibrar su presión parcial con la del aire atmosférico de la altitud a la que se remonta.

a) Afecciones del Sistema locomotor.

Los síntomas más comunmente observados son dolores en las articulaciones o en sus proximidades (bends) los cuales pueden iniciarse levemente, intensificándose hasta hacerse en ocasiones intolerables con el ascenso; debido al dolor, se presenta incapacidad para realizar movimientos con la extremidad afectada, pudiendo presentarse colapso cuando dicho dolor se hace -- más severo. En algunos casos el dolor se inicia en un músculo o en un hueso más bien que en una articulación siendo las partes más afectadas las rodillas y los hombros, presentándose comunmente tambien en las manos, muñecas y tobillos. Los dolores se acentúan con los movimientos y al cargar un objeto pesado, presentándose igualmente más intenso cuando se frota la parte afectada, - debido a que las burbujas de gas se fraccionan en burbujas más pequeñas.

b) Síntomas torácicos.

Estos son causados probablemente por el bloqueo de los vasos - capilares pulmonares por inumerables burbujas pequeñas de gas. Al principio se siente una sensación de ardor atrás del esternón, la cual progresa hasta - presentarse en forma de dolor intenso que se manifiesta principalmente con la respiración profunda, dificultando con ello la respiración la cual por esta - causa se hace más corta y frecuente, se presenta además un deseo incontrolable de toser siendo la tos seca e inefectiva para aliviar las molestias. Finalmente se presenta una sensación de sofocación, la respiración se dificulta más intensamente, aparece cianosis (coloración violácea de las uñas y labios principalmente) sensación de fatiga, debilidad, y si la condición progresa puede presentarse colapso y pérdida de la conciencia.

c) Alteraciones de la piel.

Se manifiestan por tembolor de la piel, comezón y sensaciones de frío y calor, las cuales se cree son producidas por burbujas que se forman localmente bajo la piel, o en el sístema nervioso central, englobando las terminaciones nerviosas que van a las áreas afectadas de la piel. Ocasionalmente se presenta sensación de frío y calor en los ojos y los párpados, acompañados de irritación, comezón y sensación "de presencia de arena en los ojos". - Puede aparecer una erupción rojiza moteada sobre ciertas areas de la piel, y más raramente una "roncha" que produce sensación de quemadura. Cuando hay un exceso de grasa subcutánea se manifiesta dolor acompañado por inflamación, inclusive por una o dos días después de la exposición a la altitud. Las manifestaciones dérmicas de aeroembolismo, generalmente no son de por sí incapacitantes.

d) Alteraciones del sistema nervioso.

Las alteraciones del sistema nervioso son menos frecuentes, pero son sumamente variables y ocasionalmente presentan cuadros clínicos graves. El síntoma más comunmente observado es un trastorno de la visión caracterizado por la presencia de puntos ciegos y defectos en el campo visual. Ocasionalmente se presenta brillantez excesiva y cintileo del campo visual asociada - con los puntos ciegos. Un síntoma que generalmente acompaña a las manifestaciones neurológicas es el dolor de cabeza, y otros relativamente raros son, parálisis parciales de las extremidades, trastornos de la sensibilidad y afasia siendo todos ellos generalmente transitorios. El electroencefalograma obtenido en estas condiciones a menudo indica cambios en la actividad eléctrica del cerebro.

De todos estos síntomas los más frecuentemente observados son las alteraciones del sistema locomotor (bends) siguiéndole en frecuencia los síntomas torácidos y por último las alteraciones del sistema nervioso; sin embargo estos dos últimos son relativamente mucho más peligrosos que los primeramente citados, ya que conducen más frecuentemente el colapso y pérdida de la conciencia.

ALIVIO DE LOS SINTOMAS.

Los síntomas de aeroembolismo por lo general son aliviados descendiendo a una altitud menor; esto acarrea un aumento de la presión barométrica, y consecuentemente una disminución en el volumen de las burbujas de gas, que hace que el dolor desaparezca. Afortunadamente casi nunca se requiere descender a una altitud demasiado baja para mejorar los síntomas, ya que rara vez es necesario descender a menos de 25,000'. Generalmente con el descenso se obtiene un alivio completo, pero pueden persistir en ocasiones signos de fatiga y dolor localizados que persisten por algunas horas después del vuelo. La dificultad para la respiración cuando se han experimentado síntomas torácicos, puede igualmente persistir después del vuelo, pero mejora en poco tiempo especialmente sí se le dá al paciente un aporte de oxígeno adicional.

R E S U M E N :

Aeroembolismo es el conjunto de síntomas que se presenta con la exposición del organismo a la altitud, en donde el descenso de la presión barométrica acarrea la formación de burbujas de nitrogeno las cuales se localizan en diferentes partes del cuerpo produciendo síntomas ocasionalmente incapacitantes. La incidencia de aeroembolismo es mayor cuando existe una condición física deficiente, se realiza ejercicio físico, con el frío, la edad y el exceso de peso. El método más eficaz para combatir cualquiera de estos síntomas, consiste en descender a la mayor brevedad posible a una altitud de 25,000' a menos con el fin de aliviar los síntomas existentes y la aplicación de un aporte adicional de oxígeno.

LAG/yg.

CUESTIONARIO RELATIVO AL CAPITULO IV.

1. La enfermedad por descompresión llamada también ________ comprende las alteraciones producidas en el organismo por efecto de la ________ de los ________ debida a una disminución de la ________ atmosférica con la altitud.

disbarismo
expansión
gases
presión

2. Según la ley de Boyle el ________ de un gas es ________ proporcional a la presión ejercida sobre dicho gas.

volumen
inversamente

3. Durante el ascenso los gases ________ normalmente presentes en diversas ________ del cuerpo se expanden; si por cualquier mecanismo se impide la salida de este gas expandido, la ________ de dicho gas aumenta dentro de la cavidad, provocando ________.

libres
cavidades
presión
dolor

4. Los sitios más comunmente afectados por la ________ de los gases en el cuerpo debida a una disminución de la presión barométrica son: el aparato ________, oido ________, senos ________ y piezas ________ con cavidades defectuosamente obturadas.

expansión
digestivo
medio
paranasales
dentarias.

5. La disminución de la presión ________ del nitrogeno con la altitud, da lugar a una liberación de este gas que se encuentra en ________ en los ________ dando lugar a la formación de ________ por una sobresaturación de éste en el cuerpo.

parcial
solución
tejidos
burbujas

6. La formación de burbujas en ciertas partes del cuerpo, provocada por una disminución de la presión parcial del ________ en el aire atmosférico con la altitud se conoce como ________

nitrogeno
aeroembolismo

7. Los fenómenos de ______________ que se presentan en el cuerpo humano como consecuencia de la exposición a las grandes ________ se explican mediante la ley de ____________ de los gases.

aeroembolismo
Altitudes
Henry

8. Para calcular la expansión de los gases _________ en la atmósfera con la altitud, se utiliza la fórmula siguiente:

$$\frac{P1}{P2} V1 = V2$$

secos

9. El aire atmosférico al penetrar al organismo se satura con _________ de ____, por lo que para calcular la expansión de los gases en el organismo en la altitud se debe _________ a las presiones correspondientes al aire _______ la cifra de ___ mms. de Hg. que representa la ________ ejercida por el vapor de agua. En esta forma la fórmula para dicho cálculo se expresa así:

$$\frac{P1 - 47}{P2\ 0\ 47} \quad V1 = V2$$

vapor
agua
restar
seco
47
presión

10. Como consecuencia de la expansión gaseosa en el ______ ________ con la altitud se presenta dolor debido a la _________ de las visceras abdominales huecas.

aparato digestivo
Distensión

11. Los síntomas de expansión gaseosa en el intestino raramente son ______ por abajo de los 25,000', sin embargo en los casos en que existe alguna dificultad para la _______ de los gases expandidos las molestias pueden llegar a ser sumamente intensas e incapacitantes.

severos
expulsión

12. El gas contenido en el aparato digestivo se origina en su mayor parte por el ______________ y además como consecuencia de los procesos de ____________, descomposición bacteriana y ____________ de los alimentos cuya ____________ se efectúa.

aire tragado
fermentación
putrefacción
digestión

13. Los ________ normalmente presentes en el aparato digestivo son: oxígeno, bióxido de ____________, nitrogeno, __________, metano y ácido ____________; la proporción de estos gases es variable aunque el ________ porcentaje de la mezcla gaseosa, es siempre ______________.

gases
carbono
hidrogeno
sulfhídrico
mayor
nitrogeno

14. El alivio de los síntomas de dolor abdominal debidos a la __________ de los gases en el intestino se produce por la ___________ de dichos gases a través de la _____ o recto; cuando existe alguna obstrucción para que ésto se realice los síntomas son más _________ aún a altitudes de 12,000' o menos.

expansión
expulsión
boca
severos

15. La expulsión de los gases en el abdomen se facilita _________ y realizando ____________ en el avión, o por medio de un ___________ en el abdomen que ayuda a la movilización de dichos gases.

caminando
movimientos
masaje.

16. En ocasiones el dolor provocado por la __________ de los gases en el abdomen es severo, acompañándose de _________, sudoración y baja de la __________ arterial que son manifestaciones iniciales de un ______; dichas alteraciones debidas al _________, se producen por vía refleja.

expansión
palidez
presión
síncope
dolor

17. La medida preventiva más eficiente contra la excesiva expansión de gases en el ________ consiste en evitar la ingestión antes del vuelo, de cierto tipo de ________ considerados como formadores de gas; evitarse son: cebollas, nabos, ________ ________, rábanos, ________, calabazas, ________, pasteles cremosos, ________ ________, salchichas y un exceso de ______, etc.

abdomen
alimentos
manzanas crudas
fríjoles
melón
bebidas gaseosas
pan

18. Otra medida preventiva eficaz contra la expansión excesiva de gases en abdomen en el personal de vuelo consiste en evitar tomar los alimentos en forma ________ o ________, procurando en cuanto sea posible evitar los períodos ________ de tiempo sin tomar alimentos.

irregular
apresuradamente
largos

19. La presencia de algún estado ________ agudo o crónico en el intestino, manifestado por ________, dolor, o ________, etc. debe ser causa de ________ temporal para el ________ ya que en estas condiciones los procesos digestivos estan alterados, y dan lugar a la formación excesiva de _____ en el abdomen.

anormal
diarrea
vómito
incapacidad
vuelo
gas

20. Llámase aerotitis o ________ una inflamación aguda, ________ del oído ________ atribuida a una diferencia de ________ entre el aire contenido en dicha cavidad y la ________.

barotitis
traumática
medio
presión
atmósfera

21. El tímpano es una delgada ________ que separa el oído medio del oído ________.

membrana
externo

22. El oído medio es una cavidad situada en el espesor del hueso ________ del craneo, estanto sus paredes cubiertas por una superficie _____; está comunicado con la ________ por medio de un conducto llamado ____ __ ______, a través de la cual se realiza el ________ de presiones del aire.

temporal
mucosa
rinofaringe
Trompa de
Eustaquio
equilibrio

23. En el oído interno se localizan los órganos de la ______ y el ________ por lo que funcionalmente es la parte más importante del oído.

audición
equilibrio

24. La trompa de Eustaquio se extiende del oído ____ a la rinofaringe, estando su oficio externo exactamente atrás del orificio posterior de las ____ _______; su porción posterior o lateral es de consistencia _____ y en sus tres cuartas partes anteriores o mediales es ________ existiendo en la unión de éstas un ________ estrechamiento

medio
fosas nasales
ósea
membranosa
pequeño

25. La cavidad de la porción membranosa de la trompa de Eustaquio es ________ y permanece cerrada normalmente, dilatándose solamente mediante el paso del ________ a través de ésta; aún en condiciones normales la corriente de aire del oído medio hacia la rinofaringe se realiza más _____ _____ que en sentido contrario, debido a la disposición __________ de la trompa.

virtual
aire
facilmente
anatómica

26. Durante el ascenso la presión atmosférica del aire exterior _________ dando lugar a una presión ___________ entre dicho aire y el contenido en el _______ _________ la cual produce un abombamiento de la membrana del ________ hacia afuera, debido a la ________ presión del aire contenido en el interior del oído.

disminuye
diferencial
oido medio
tímpano
mayor

27. En condiciones normales cuando la presión diferencial entre el aire del oído medio y el aire atmosférico es igual a ___ mm. hg. se forza la salida de una burbuja de aire a través de la ________ ________ que dá lugar a la producción de un "click" originado por el paso del ________ a través del ________________ de dicha trompa.

15
trompa de
Eustaquio
aire
estrechamiento

28. A mayor __________ y a mayor __________ de ascenso corresponde una mayor ________ __ _____ _____ entre el aire del _________ _________ y el aire atmosférico.

altitud
rapidez
presión
diferencial
oído medio

29. Durante el ascenso el equilibrio de presiones entre el aire del oído medio y el aire atmosférico se realiza ______________ cuando no existe ninguna _________ de la trompa de Eustaquio

automáticamente
obstrucción.

30. Durante el descenso la presión _________ aumente creándose igualmente una _________ diferencial con el aire contenido en el oído medio; para equilibrar las presiones, se requiere realizar movimientos de _________, _________ o _________ o crear presiones _________ en la rinofaringe para que el aire pueda pasar de ésta hacia el _____ _____.

atmosférica
presión
masticación
deglución
bostezo
positivas
oido medio

31. El reflejo de _________ se presenta normalmente a intervalos de __ minuto aproximadamente durante el estado de vigilia, mientras que en el sueño dicho reflejo se retrasa presentándose cada ___ o ___ minutos; pro esta razón se requiere ________ a los pasajeros en vuelo cuando se inicie el _________.

deglución
un
5 o 7
despertar
descenso

32. Todo proceso que provoque __________ de la trom pa de Eustaquio e impida el __________ paso del aire a su través, origina una dificultad para lo grar el __________ de presiones produciendo con ello síntomas más __________ y __________ de barotitis.

obstrucción
libre
equilibrio
tempranos
severos.

33. Entre las causas más frecuentes que producen dificultad para el equilibrio de __________ se encuentran los siguientes: catarro común, __________, __________, rinitis alérgicas, o presencia de pólipos o __________ del tabique nasal y malformaciones de la ______ que impidan el paso normal del ______ a través de ésta.

presiones
faringitis
amigdalitis
desviaciones
naríz
aire

34. Debido a la disposición anatómica de la trompa de Eustaquio los síntomas de __________ son más frecuentes y __________ durante los __________.

barotitis
severos
descensos

35. Los síntomas de barotitis son mas __________ cuando se realiza un descenso desde una altitud de 10,000 pies a __________ __________ que cuando se desciende de una altitud de 20,000 a __________ pies debido a que en el primer caso el cambio de presiones es __________.

intensos
nivel del
mar
10,000
mayor

36. A una mayor __________ de descenso y a una mayor __________ __________ entre el aire atmosferico y el del oído medio, corresponde una __________ intensidad de los síntomas de barotitis, los cuales estan tambien en relación __________ con el grado de __________ de la trompa de Eustaquio.

velocidad
presión
diferencial
mayor
directa
obstrucción

37. Los síntomas de barotitis varían de acuerdo -- con la intensidad de ésta desde una sensación de ______ en el oído medio acompañada de ____ ________ y zumbido de oídos, hasta un ______ ____ sumamente intenso acompañado de ______ y ______.

sordera
mareo
dolor
nausea
vértigo

38. Cuando la presión diferencial entre el aire at mosférico y el oído medio excede de _____ mm. hg. se produce la ________ de la membrana del tímpano con lo cual subitamente ________ algu nos de los síntomas debidos a la barotitis.

100
ruptura
mejoran

39. Cuando se presentan los síntomas de barotitis - en vuelo es recomendable emplear un ________ en forma de gotas a la ________ y realizar movimientos de ________, ________ o bostezo, o la maniobra de ______.

vasoconstrictor
maríz
masticación
deglución
Valsalva

40. La maniobra de Valsalva consiste en soplar con la naríz ________ y los labios ________ a fin de crear una presión ________ en la rino faringe, y forzar el paso del ____ al ______ ______.

tapada
apretados
positiva
aire
oído medio

41. A fin de evitar una incapacidad en ________ debida a los síntomas de barotitis lo más prudente es ________ de volar cuando se tiene ______ u otra infección de las vías ________ altas, que comprometa la ______________ de la trompa de Eustaquio.

vuelo
eximirse
catarro
respiratorias
permeabilidad

42. Recuerde que es preferible dejar de volar por - __ o __ días que dura normalmente un catarro, - que dejar de hacerlo por ______ tiempo debido a una ________.

2, 3
mayor
barotitis

- PRECAUCION -

Cuando vaya a usar el oxígeno en una mujer asegúrese de que se limpie totalmente la pintura de sus labios y se quite la crema o grasa de sus mejillas; el contacto de estas substancias grasosas con el oxígeno puede producirle una quemadura grave.

43. La barotitis __________ se presenta en el perso nal de vuelo que ha estado volando con el empleo __________ de oxígeno al ______ y que se __________ al poco tiempo de haber aterrizado.

retardada
contínuo
100%
duerme

44. La barotitis retardada se debe a que el _______ que llena el _____ medio se difunde a la __________ creándose una presión ________ en esta -- cavidad que hace que el _________ se retraiga hacia adentro y se presenten los mismos síntomas que la barotitis.

oxígeno
oído
sangre
negativa
tímpano

45. Se llama barotitis retardada debido a que sus -- síntomas aparecen algunas _________ después de que el piloto ha aterrizado ya que en ese tiempo el _________ se ha difundido en tal cantidad -- que dá lugar a una _________ diferencial suficiente para que manifiesten los ___________.

horas
oxígeno
presión
síntomas

46. Los síntomas de la barotitis retardada general-- mente ____________ al que la padece debido a -- que durante el sueño el reflejo de _________ se presenta menos ____________ lo que dá lugar a que no haya por esta causa paso de _________ de la - rinofaringe al oído medio, que equilibre la __________ de su interior con el aire ____________.

despiertan
deglución
frecuente
aire
presión
atmosférico

47. Para evitar los síntomas de barotitis retardada - se recomienda que después _________ el piloto - realice frecuentemente maniobra de __________ y evite _________ antes de 30 o 60 minutos.

aterrizar
Valsalva
dormirse

48. Los senos __________ son cavidades ________ enclavadas en el espesor de algunos de los ____ ____ de la cara.

paranasales
huecas
huesos.

49. Todos los senos ____________ comunican con la - naríz a través de pequeños ___________ excavados en el espesor de algunos _________ de la cara; a través de estos conductos se establece el ____________ de entre el aire atmosférico y el contenido en estas cavidades.

paranasales
conductos
huesos
equilibrio
presiones
cavidades

50. Se llama barosinusitis a una inflamación ______ ____, traumática de unos o varios ________ paranasales provocada como consecuencia de una ____ ____ de presiones entre el aire contenido dentro de estas ________ y el aire __________.

aguda
senos
diferencia
cavidades
atmosférico

51. La barosinusitis es realtivamente _______ entre las tripulaciones de vuelo, manifestándose más - frecuentemente durante los ____________.

rara
descensos

52. Los senos paranasales más _____________ afectados por los cambios de la __________ atmosférica son los _________ y _________.

frecuentemente
presión
maxilares
frontales

53. Cuando una cavidad llena de aire (como un seno - paranasal(se desplaza a través de medios de diferentes _________ barométricas, el equilibrio del aire _________ se realiza con una velocidad que depende proporcionalmente del ________ de la apertura y el ________ de presión.

presiones
dentro
externo
tamaño
cambio

54. Cuando el seno paranasal es _________ y el conducto que lo comunica con las _________ es _________ el flujo del _________ en uno y otro sentido (durante el ascenso o el descenso) se lleva a cabo sin ninguna _________ y sin cambio en la _________.

normal
fosas nasales
permeable
aire
molestia
estructura

55. La presencia de líquidos como ____, moco, etc. en la ______, producidas como consecuencia de _________, rinitis _________, u otras causas, bloquean el _________ del seno paranasal _________ el equilibrio de presiones del _____ contenido en su interior con el aire _________ _________.

pus
nariz
catarros
alérgicas
conducto
impidiendo
aire
atmosférico

56. Asimismo la presencia de _________ en la nariz o senos paranasales, las desviaciones del _____ _________, las deformaciones de la ______ y los estados inflamatorios de la mucosa ______ producen _________ de los conductos de desembocadura de los _________ paranasales, dificultando o impidiendo el _________ de presiones entre el _________ contenido en su interior y el aire _________.

pólipos
tabique nasal
nariz
nasal
obstrucción
senos
equilibrio
aire
atmosférico

57. Cuando se presenta el bloqueo del _________ del seno paranasal, la presión del aire en su interior es _________ durante el ascenso y _________ durante el descenso; en este último caso los líquidos existentes en la _________ (moco, pus, etc.) son empujados hacia la cavidad del _____ paranasal.

conducto
positiva
negativa
nariz
seno

58. El síntoma principal de la barosinusitis es el _______; este puede localizarse en la _______, en la base de la _______ o en los pómulos, y su intensidad es proporcional al grado de _______ del conducto del seno y a la velocidad del _______.

dolor
frente
naríz
obstrucción
descenso

59. El dolor provocado por una _______ suele acompañarse de _______, obstrucción _______ marcada, congestión (enrojecimiento) de los _______ y dolor en las piezas de la arcada dentaria _______; esto último es debido a la _______ de estas estructuras con la pared del _______ afectado.

barosinusitis
lagrimeo
nasal
ojos
superior
contigüidad
seno

60. A _______ rapidez de descenso y a mayor _______ del conducto del seno paranasal corresponden síntomas ___ _____ de barosinusitis.

mayor
obstrucción
más severos

61. Los síntomas de barosinusitis son _______ severos cuando se realiza un descenso de 10,000' a _______ _______ _______ que cuando se desciende _______ a 10,000', ya que en el _______ caso el cambio de presiones es _____.

más
nivel del mar
20,000'
primer
mayor

62. Los síntomas de barosinusitis _______ presentarse en ___ o _____ lados de la cara y afectar uno o _____ senos paranasales dependiendo del grado de _______ del _______ de cada uno de dichos _______ en el descenso.

pueden
uno
ambos
varios
obstrucción
conducto
senos

63. En el caso de que una persona en vuelo presente síntomas de __________ se recomienda la aplicación nasal de un __________ en forma de gotas o __________ principalmente antes de iniciar el __________, debiendo de hacerse éste lo más __________ posible.

barosinusitis
vasoconstrictor
atomizaciones
descenso
lento

64. La medida __________ más eficaz para la barosinusitis es evitar volar con __________ o con cualquier defecto que produzca una __________ defectuosa de las _____ _____.

preventiva
catarro
ventilación
fosas nasales

65. Las desviaciones del _______ nasal, las _____ _____ de la nariz, la presencia de _______ o el crecimiento anormal de otras _______ nasales que produzcan una _______ defectuosa en la nariz, deben ser tratadas _______ para evitar la barosinusitis en el personal de vuelo.

tabique
deformaciones
pólipos
estructuras
ventilación
quirurgicamente

66. Cuando durante un descenso se presenta _______ intenso por barosinusitis el alivio de este es logra _______ nuevamente, realizando posteriormente el descenso más _______.

dolor
ascendiendo
lentamente

67. El uso de los vasoconstrictores _______ resulta practivamente más _______ en forma de _____ _____ que en forma de _______ ya que en la primera su distribución en la _______ nasal, es mas uniforme.

nasales
util
atomizaciones
gotas
mucosa

68. Se llama aerodontalgía al ________ subito, intenso y frecuentemente ____________ que aparece durante el ______ en una o varias piezas - __________ como consecuencia de los cambios de la presión atmosférica.

dolor
incapacitante
vuelo
dentarias

69. La ____________ nunca se manifiesta en las -- piezas dentarias _________.

aerodontalgía
sanas

70. La causa de la aerodontalgia es la _______ del aire contenido dentro de una pieza _______ cuando ésta presenta una _______ o una obturación ________, o existe un ________; dicha expansión ________ se realiza principalmente durante el ascenso y dá lugar a la _____________ de la raíz __________ de la pieza afectada

expansión
dentaria
caries
incompleta
abceso
gaseosa
irritación
nerviosa

71. Para prevenir la aerodontalgía debe ________ el ________ cuando existe un _________ dentario, y practicarse la _________ completa de las piezas careadas, procurando que el material empleado sea de buena calidad y quede perfectamente empacado y adherido a la base de la __________.

evitarse
vuelo
abceso
obturación
empacado
caries

72. El __________ o enfermedad por descompresión - es una condición experimentada en ______ como - consecuencia de la _______ a una ____ presión atmosférica, en la _______.

aeroembolismo
vuelo
exposición
baja
altitud

73. Los síntomas de ______________ son debidos a la formación de _________ en determinadas - — areas del _____, las cuales se originan debido a una ______________ de la presión _________ de los gases (principalmente el ___________) disueltos en los líquidos y ________ orgánicos.

aeroembolismo
burbujas
cuerpo
disminución
parcial
nitrógeno
tejidos

74. La causa de los síntomas de _____________ en el organismo puede compararse a lo que sucede - con una botella de _________ o de cerveza cuyos líquidos al embotellarse se les aplica un - ___ a _______; al destapar las botellas la presión se ________ y el gas abandona la solución en forma de _________ las cuales persisten hasta que la presión de los gases ________ se ___ equilibra con la _________ atmosférica.

aeroembolismo
refresco
gas
presión
libera
burbujas
disueltos
presión

75. Los síntomas de ________________ rara vez se observan por abajo de los ________ pies de altitud y su aparición e intensidad es ________ ___ proporcional a ciertos factores como, velocidad de ________, ________ obtenida, duración de la _________ a dicha altitud, el _____ __, la ______ y el ejercicio _______.

aeroembolismo
30,000
directamente
ascenso
altitud
exposición
frio
edad
físico

76. Cuando se realiza una ___________ física aún __ ______ se disminuye el _________ para los síntomas de ____________ pudiendo aparecer éstos a altitudes de ______ o ______ pies o menos.

actividad
moderada
umbral
aeroembolismo
25,000
26,000

77. Las burbujas de _____ están constituidas en su mayor parte por __________ conteniendo además - pequeñas cantidades de _____, CO2 y vapor de -- ______.

gas
nitrógeno
oxígeno
agua.

78. Debido a que la grasa en un tejido en donde se - disuelve una relativamente ________ cantidad - de ________, las personas ________ o con un - alto contenido de tejido ________ subcutaneo - estan predispuestas a presentar síntomas más tem pranos y _________ de aeroembolismo.

mayor
nitrógeno
obesas
adiposo
séveros.

79. Los síntomas de aeroembolismo afectan principalmente __________ aparatos o regiones del cuerpo que son: _____ ____________, _______ -- sistema _________ y _______.

cuatro
sistema locomo tor
tórax
nervioso
piel

80. Todos los síntomas de aeroembolismo, cuando son severos pueden ser _____________ en vuelo, - pero los más peligrosos y graves son los que a-- fectan al _________ y al sistema._________

incapacitantes
tórax
nervioso

81. Los síntomas de aeroembolismo localizados en el aparato __________ consisten en _________ que afectan las articulaciones (principalmente la __ ________, hombros y ______) se producen incapacidad para realizar _________ de los miembros afectados.

locomotor
dolores
rodilla
muñeca
movimientos

82. Al realizar _________ de las articulaciones y - miembros afectados por el _________, éste se - aumenta; igualmente el dolor aumenta cuando se - ________ el area afectada, debido a que con és to último las ________ se fraccionan en otras más.__________.

movimientos
dolor
aumenta
frota
burbujas
pequeñas

83. Se cree que los ________ de aeroembolismo localizados en el tórax son debidos al ________ de los pequeños vasos capilares ____________ por innumerables burbujas de ______.

Síntomas
bloqueo
pulmonares
gas.

84. El principal síntoma de ______________ en el tórax es un ________ o sensación de ardor atrás del esternón que aumenta con la ________ ______ profunda, que dificulta los movimientos __________ normales, por lo que estos se hacen más cortos y __________.

aeroembolismo
dolor
respiración
respiratorios
frecuentes

85. El dolor del tórax por aeroembolismo se acompaña de ______ seca, que no ayuda a aliviar el síntoma; cuando esta condición progresa se presenta además __________, dificultad para la ______________, cianosis, sensación de ________ extrema, hasta llegar la pérdida de la ________.

tos
sofocación
respiración
fatiga
consciencia

86. Los síntomas de aeroembolismo en la ________ se conocen en conjunto como __________ y varían desde una sensación de __________, comezón, sensación de ______ o calor, o piquetes en la piel, hasta una sensación de ________ intenso acompañado de una ________ rojiza de ciertas areas.

piel
parestesias
hormigueo
frio
ardor
erupción

87. En los individuos __________ con un grueso panículo adiposo subcutaneo, los síntomas de -

aeroembolismo en _______ son más _________ y _________.

obesos
piel
intensos
tempranos

88. Entre los síntomas de aeroembolismo que afectan al sistema _________ los más frecuentes son: la aparición de puntos _________ y los defectos en el _________ visual, dolor de _________, paralisis _________ de las extremidades, convulsiones o _________ involuntarias de ciertos grupos de _________ y trastornos de la _________.

nervioso
ciegos
campo
cabeza
parciales
contracciones
musculos
sensibilidad

89. Los síntomas de aeroembolismo más _________ son los que afectan el aparato _________, siguiendole en frecuencia los de _________, _________ y _________ _________; estos dos últimas son — los más graves.

frecuentes
locomotor
piel
tórax
sistema nervioso

90. Dado que las burbujas en el aeroembolismo están constituidas en su mayor parte por el _______, la eliminación pregia de este _______ del organismo previene la aparición de éste en la _________; uno de los procedimientos empleados para ésto es la _________ obtenida respirando _________ al 100% cuando menos por 30 — minutos antes de vuelo.

nitrógeno
gas
altitud
desnitrogenización.
oxígeno.

91. El alivio de los síntomas de _________ se logra con el _________ ya que con el _______ de la presión _________ las _________ de gas retornan a _________ en los tejidos y líquidos del _________.

aeroembolismo
descenso.

aumento
atmosférica
burbujas
solución
organismo

92. En algunas ocasiones los síntomas de aeroembolismo persisten aún después del ____________ siendo necesario en estos casos colocar a las personas afectadas en camaras de ____________ a fin de lograr la total desaparición de las ____________ y el alivio de dichos síntomas.

aterrizaje
recompresión
burbujas

LAG/yg.

CAPITULO 5

SISTEMAS DE OXIGENO EN LA AVIACION CIVIL.

5.1 INTRODUCCION:

Se ha mencionado anteriormente que hasta la altitud de 10M', la disminución de la presión parcial del oxígeno en el aire atmosférico no representa ningún problema desde el punto de vista fisiológico para las personas sanas expuestas a dicha altitud; a la fecha todos los aviones, desde el mas sencillo empleado en actividades de aviación privada, hasta los más complejos transportes de la aviación comercial, poseen características para realizar vuelos a mas de 10M' y hasta altitudes de 45M', para lo cual, aunque algunos estan dotados de cabinas presuarizadas, todos deben contar con los sistemas de oxígeno a bordo para proporcionar este gas tanto a los tripulantes como a los pasajeros, a fin de evitar la hipoxia y aumentar así la seguridad del vuelo.

5.2 OXIGENO PARA AVIACION.

El oxígeno que se emplea para respirar en la aviación se abastece en dos formas: oxígeno gaseoso y oxígeno líquido. El primero se usa casi en un 100% en los aviones civiles almacenado en tanques especiales de capacidad variable (vease más adelante), mientras que el segundo se encuentra en recipientes especiales llamados convertidores, dotados de las válvulas y sistema de entubado para la vaporización y calentamiento del oxígeno líquido a fin de convertirlo a oxígeno gaseoso.

El oxígeno para respirar en la aviación debe tener las siguientes características: una pureza mínima de 99.5% por volúmen, no debe contener más de 0.02 de miligramo de vapor de agua por litro de gas a una presión de 760 milimetros de mercurio, y a la temperatura de 20°C (68°F); debe ser inodoro y estar libre de sustancias tóxicas y adulterantes, incluyendo agentes secadores.

PRECAUCION:

No confundir el oxígeno para respirar en la aviación con el oxígeno para soldadura, o el oxígeno "medicinal" tipo hospital, ya que éstos últimos, aunque pueden ser suficientemente puros para respirar, contienen agua, la cual se congela y obstruye las líneas y válvulas del sistema de oxígeno del aeroplano.

5.3 COMPONENTES BASICOS DE UN SISTEMA DE OXIGENO.

Los sistemas de oxígeno de los aeroplanos incluyen los siguientes componentes básicos:

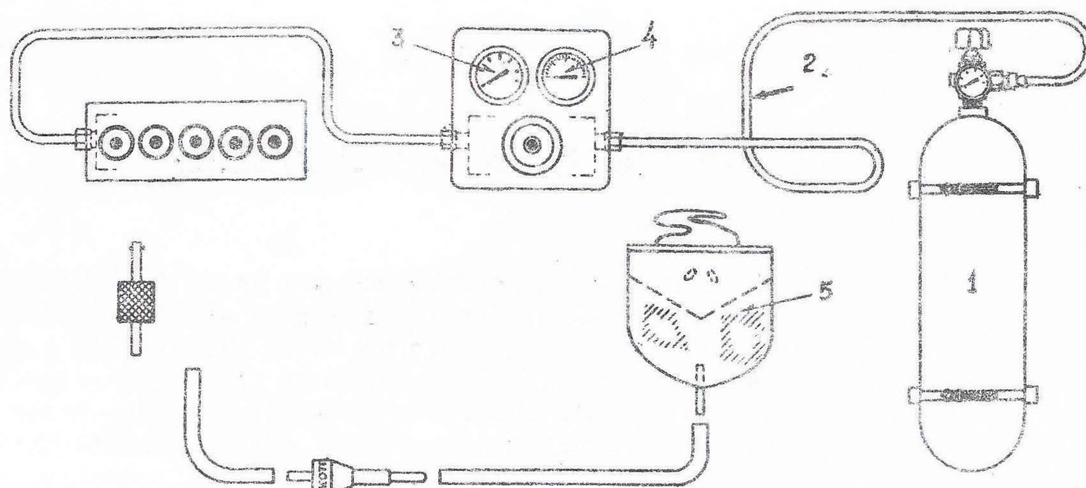
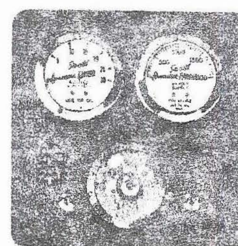


Fig. No. 28 - Representación esquemática de los componentes básicos de un sistema de -- oxígeno gaseoso.

1. Envase para almacenamiento.- 2. Sistema de conducción.- 3. Regulador.- 4. Indicador de presión.- 5. Mascara.



1) Envases para almacenamiento.- Cilindros para oxígeno gaseoso; convertidores para almacenamiento y vaporización de oxígeno líquido.

2) Sistemas de conducción.- Incluye la tubería, válvulas y accesorios necesarios para interconectar los diferentes componentes del sistema.

3) Reguladores.- Controlan el flujo de oxígeno hacia la -- persona que usa el sistema.

4) Indicadores.- De presión para los tanques con oxígeno - gaseoso; de nivel líquido para los convertidores con oxígeno líquido; indicadores de flujo (blinker) para demostrar el paso del oxígeno a través del regulador.

5) Dispositivos para ministración del oxígeno.- Consisten en las máscaras y un tubo flexible conectado al regula-- dor.

5.4 ENVASES PARA ALMACENAMIENTO.

El oxígeno gaseoso se almacena en cilindros especiales los - cuales son de dos tipos: de baja presión y de alta presión. Los cilindros - de baja presión se emplearon hasta hace poco tiempo regularmente en gran número aeroplanos; estos cilindros almacenan una carga máxima de 450 lbs/pulg^2 y normalmente se llenan a una presión de 400 a 425 lbs/pulg^2. La mayor parte de estos cilindros estan fabricados a prueba de estallamiento empleando aleaciones metálicas o bandas de metal soldadas a la parte exterior de los cilindros de baja presión por estar pintados de color amarillo.

Los cilindros de alta presión contienen normalmente una carga máxima de 2000 lbs/pulg², llenándose generalmente a presiones entre 1800 y 1850 lbs/pulg².

Al igual que los de baja presión hay algunos cilindros a - - prueba de estallamiento lo cual se logra mediante aleaciones tratadas por calor, o envolturas de alambre aplicados a la superficie exterior de los cilindros; se distinguen de los de baja presión por estar pintados de color verde su principal ventaja consiste en que ocupan un menor espacio a bordo de los aeroplanos, y proveen una mayor cantidad de oxígeno por volumen; ésto es lo que ha servido para que casi en forma exclusiva se empleen en la mayor parte de los aviones modernos, empleados en operaciones de aviación civil.

El oxígeno líquido almacenado a bordo de un aeroplano (principalmente aeronaves militares de altas velocidades) tiene la ventaja de proveer un máximo aporte de este gas, ocupando un espacio mínimo con un peso - igualmente reducido. Un convertidor de oxígeno líquido consiste en un recipiente aislado para almacenamiento del oxígeno líquido provisto de las válvulas y un sistema de tubería, para vaporización del líquido y calentamiento - del gas a fin de que éste pueda ser usado por los tripulantes; el recipiente del almacenamiento (Fig. No. 29) es de doble pared con un espacio anular vacío para aislamiento; el tubo enrollado alrededor del convertidor recibe el oxígeno líquido, lo vaporiza y transporta el gas a temperatura del aire ambiente hacia las líneas de distribución.

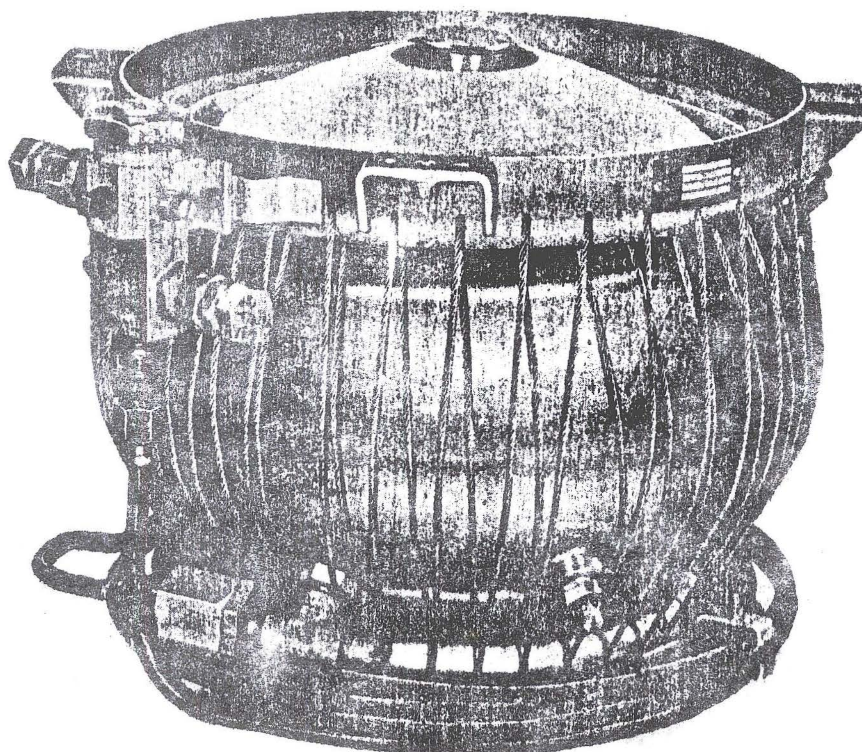


Fig. No. 29.
Convertidor para oxígeno líquido.

5.5 EQUIPOS PARA EL EMPLEO DEL OXIGENO.

Existen 3 tipos de equipo para el empleo del oxígeno a bordo de las aeronaves civiles, que son:

1) Equipo de flujo contínuo.

2) Equipo de demanda.

3) Equipo de presión-demanda.

Los envases para almacenamiento (cilindros) y los sistemas de tuberia para cada uno de ellos son mas o menos similares, por lo que al describir las características de cada equipo se describirán exclusivamente los dispositivos que los diferencían, que son: reguladores, máscaras, indicadores, unidades portátiles y dispositivos de emergencia. Asímismo, para llenar los objetivos de este material de información se describirán los procedimientos para la utilización de los sistemas de oxígeno en aeronaves de transporte comercial y privado, más empleados a la fecha.

5.6 EQUIPO DE FLUJO CONTINUO.

Este tipo de equipo es el que se emplea en los sistemas de abastecimiento de oxígeno para los pasajeros en todos los aviones de transporte comercial existentes a la fecha y en todos los sistemas para abastecimiento de oxígeno para tripulantes y pasajeros de aeronaves ligeras cuya altitud máxima de vuelo esta por abajo de los 20,000'.

Su empleo en las aeronaves militares de combate esta casi descontinuado debido a las características operacionales de estas, pero continúan empleandose en algunos aviones de entrenamiento y de transporte en la aviación militar.

Por su simplicidad de manejo el equipo de flujo contínuo puede ser empleado sin ningún problema aún por persona no familiarizadas con equipos de oxigeno.

5.7 REGULADORES:

Como su nombre lo indica los reguladores para equipo de flujo contínuo proveen a la persona que lo usa de una corriente contínua de oxígeno, es decir, este gas llega a la máscara tanto durante la fase inspiratoria como espiratoria de la respiración. La cantidad de oxígeno que fluye a través del regulador puede ser controlada tanto manual como automáticamente. Los reguladores de control manual (Fig. No. 30) aparte de traer un manómetro de presión (A) que indica la cantidad de oxígeno existente en los cilindros (1800-1850 lbs/pulg^2. para cilindros de alta presión o 400-450 lbs/pulg^2. para cilindros de baja presión) están provistos de un indicador de flujo (B) que viene calibrado en miles de pies, y de un control para ajuste manual (C) del flujo de oxígeno.

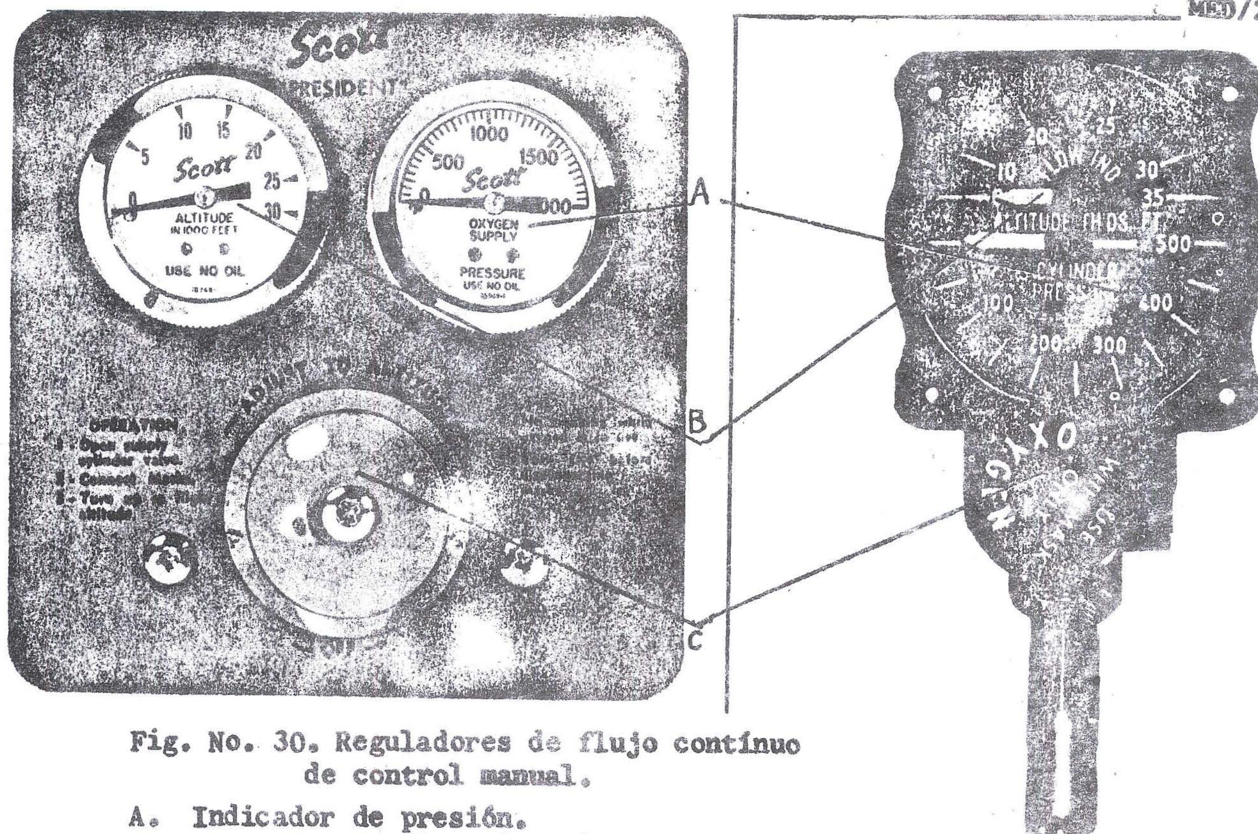
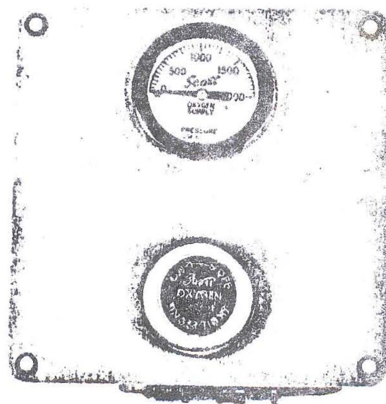


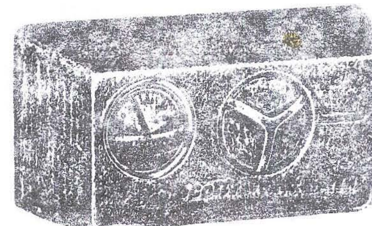
Fig. No. 30. Reguladores de flujo contínuo de control manual.

A. Indicador de presión.
B. Indicador de flujo de oxígeno.
C. Control para ajuste manual.

El tripulante o pasajero ajusta el botón de control manual girando éste hasta que la aguja del indicador de flujo señale la altitud a la que el aeroplano está volando; se recomienda que para mayor seguridad, cuando el ascenso se realiza rapidamente o en vuelo con turbulencia, se ajuste el indicador de flujo a 5,000' por encima de la altitud real, a fín de recibir un aporte adicional de oxígeno.

En los reguladores de control automático (Fig. No. 31) no existe botón para control manual y el flujo de oxígeno se controla mediante un aneroide que permite el paso de una mayor cantidad de oxígeno hacia la máscara a medida que mayor es la altitud. Este es el tipo de regulador para emergencia a los pasajeros en los transportes comerciales, cuya operación se describe por separado más adelante.





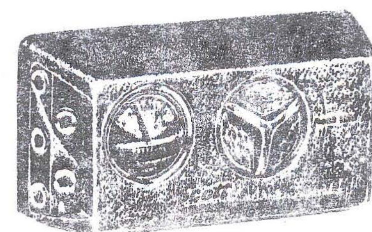


Fig. No. 31 - Reguladores de flujo continuo de control automático.

5.8 MASCARAS PARA EQUIPO DE FLUJO CONTINUO.

Todas las máscaras para equipo de flujo continuo operan sobre el mismo principio; la máscara esta conectada al regulador por un tubo de hule delgado y un conector de tipo bayoneta; el oxígeno es transportado en forma continua a una bolsa de hule o plástico que esta unida a la pieza facial de la mascara; cuando está llena, la bolsa contiene aproximadamente 500 cc. que corresponden tambien aproximadamente a la cantidad que una persona inspira estando en reposo.

Cuando se inhala profundamente hasta vaciar la bolsa, las esponjas de hule poroso situados a cada lado de la pieza facial de la máscara dejan pasar aire a su traves, el cual se mezcla con el oxígeno que proviene de la bolsa; cuando el flujo del regulador es muy bajo y la bolsa no se llena entre una respiración y otra, el aire que pasa a través de las esponjas diluye el oxígeno actuando en igual forma que en los equipos de dilución y demanda que se describen más adelante; si se aumenta el flujo de oxígeno ajustando el control del regulador, es posible respirar casi un 100% de oxígeno siempre y que la profundidad de las respiraciones no exceda la capacidad de la bolsa.

Durante la fase espiratoria de la respiración una parte del aire (que contiene un alto porcentaje de O_2) pasa a la bolsa en donde se mezcla con oxígeno recientemente transportado del regulador y el restante escapa hacia afuera a través de la esponja de hule poroso ya citada.

Existen infinidad de tipos de máscaras (Fig. No. 32) para ---

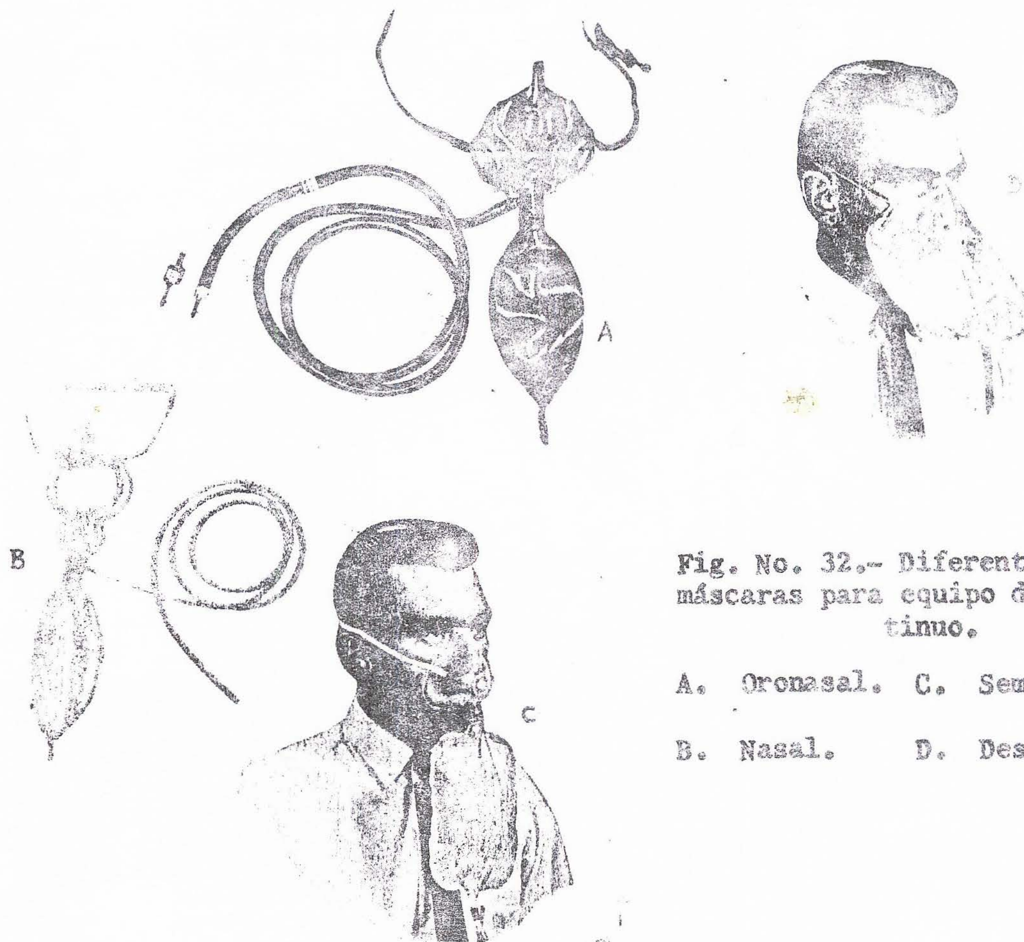


Fig. No. 32.- Diferentes tipos de máscaras para equipo de flujo continuo.

A. Oronasal. C. Semidesechable

B. Nasal. D. Desechable.

- PRECAUCION -

Cuando vaya a usar el oxígeno en una mujer asegúrese de que se limpie totalmente la pintura de sus labios y se quite la crema o grasa de sus mejillas; el contacto de estas substancias grasosas con el oxígeno puede producirle una quemadura grave.

flujo continuo que varian en su forma, material con que están fabricadas, algunas cubren tanto la boca como la nariz, otras cubren exclusivamente la naríz, algunas tienen adaptado microfono para intercomunicación y otros nó, etc., es decir, puede decirse que existen tantas variedades como se solicitan a los fabricantes de éstas. Las máscaras para equipo de flujo continuo no pueden ser empleadas para reguladores de demanda o de presión-demanda.

5.9 UNIDADES PORTATILES DE FLUJO CONTINUO.

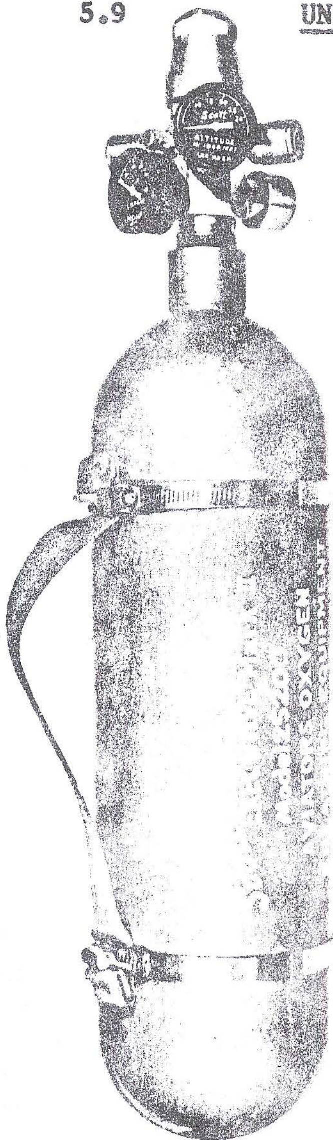
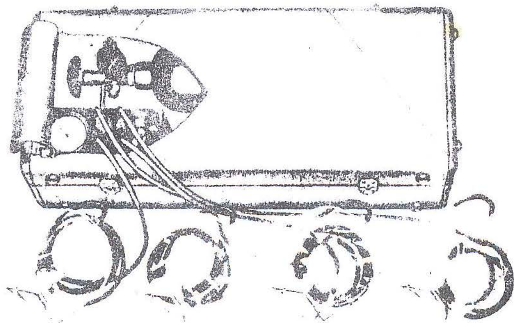


Fig. No. 33.

Unidad portatil de oxígeno, de flujo continuo.

Las unidades portátiles de flujo continuo se emplean a la fecha solamente en algunas aeronaves de transporte comercial (DC-3, o C-47) y en los aviones ligeros para la aviación privada que no estan dotados de una unidad fija. Consisten esencialmente en un cilindro (Fig. No. 33) de aproximadamente 22' cúbicos de capacidad, de alta presión, provistos de un regulador de flujo continuo de control manual y de un aditamento para recargar el cilindro cuando sea necesario; asimismo la conexión del regulador a la máscara consiste en un tubo delgado de hule conectado en bayoneta al regulador, y una máscara de flujo continuo. Existen a la fecha equipos portátiles de flujo continuo recomendados para los aviones ligeros cuya altitud de operación esta por abajo de los 20,000', a los cuales se pueden adaptar 4 o más máscaras para igual número de tripulantes o pasajeros, estando todos ellos provistos de un manómetro de presión que indica el contenido del cilindro, y de un regulador de flujo continuo de control manual. (Fig. No. 34).

Antes del vuelo debe revisarse siempre la presión que indica el manómetro, la cual deberá ser entre 1800 y 1850 lbs./pulg^2., cuando el cilindro está lleno.



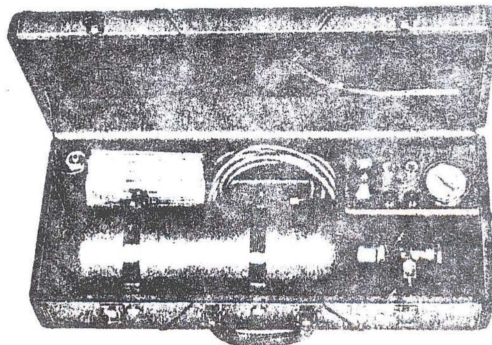


Fig. No. 34. - Equipo portatil de oxígeno, de flujo contínuo, para adaptación de 4 o más mascarillas.

Antes de emplear la unidad portátil de oxígeno debe ajustarse el control manual a la altitud de vuelo, con objeto de que el gas fluya ha-- cia la máscara a la presión necesaría a esa altitud; se recomienda que para personas que tengan que desarrollar alguna actividad física a bordo del aero plano (sobre-cargos) deben ajustarse el control del flujo de oxígeno a - - 5,000' por arriba de la altitud real de vuelo con el objeto de recibir un -- aporte adicional de este gas. Después de usar la unidad portátil de oxígeno cerciorese usted de poner en cero el indicador de flujo.

5.10 EQUIPO DE DEMANDA.- CARACTERISTICAS GENERALES.

El regulador de demanda se llama así por el hecho de que pro-porciona oxígeno a los pulmones en respuesta a la succión que se ejerce du-- rante la fase inspiratoria de la respiración, es decir exclusivamente cuando se demanda la necesidad de oxígeno. Cada vez que inhala, se cierra una vál-vula en la máscara y se abre una válvula en el regulador, invirtiéndose este proceso durante la fase espiratoria de la respiración; estos movimientos ini cian y suspenden automaticamente el flujo de oxígeno, en tal forma que la -- persona que emplea el sistema recibe la cantidad de oxígeno que requiera y - nada mas. Para prolongar la duración del aporte de oxígeno, este se diluye automaticamente en el regulador con una cantidad adecuada de aire atmosféri-co; ésta dilución tiene lugar a altitudes por abajo de los 34 mil pies, ya - que a esta altitud y por arriba de ella el regulador provee un 100% de oxíge no.

Los sistemas de demanda poseen iguales características que -- los de flujo continuo y los de presión-demanda con respecto a los cilindros para almacenamiento y a los sistemas de tubería para distribución, siendo -- los elementos diferenciales mas importantes de este sistema los reguladores y las máscaras. No se puede usar una máscara de demanda con un regulador de presión-demanda o un regulador de flujo continuo, ni tampoco una máscara de flujo continuo para un regulador de demanda.

5.11 REGULADORES DE DILUCION-DEMANDA.

Los reguladores de dilución-demanda, como su nombre lo indica permiten el flujo de oxígeno hacia la máscara exclusivamente durante la fase inspiratoria de la respiración y cierran el paso del gas cuando se exhala el aire en la espiración. Los reguladores reciben su nombre porque permiten -- que por abajo de los 34M' el aire atmosférico entre al regulador y diluya -- parcialmente el oxígeno que fluye hacia la máscara; el mecanismo de su fun-- cionamiento es el siguiente; (Fig No. 34-A). Durante la inspiración se cie rra una válvula en la máscara, lo que permite se ejerza una succión en el re gulador; dicha succión opera un diagrama (3) que abre una válvula (4) que -- permite el paso de cierta cantidad de oxígeno (2) al regulador; al mismo - - tiempo la succión abre otra válvula (6) controlada con un aneroide (7) (un - fuelle aislado, al vacío) que permite la entrada de aire atmosférico (1) que diluye parcialmente el oxígeno; a medida que la densidad de la atmósfera dis minuye con la altitud (Fig. No. 35-B) el fuelle de la válvula de entrada de aire se expande paulatinamente cerrando cada vez más dicha entrada, y por el contrario la succión creada en el regulador a través de la conexión de éste con la máscara, deprime más el diafragma permitiendo una mayor apertura de - la válvula de la entrada de oxígeno; debido a éste mecanismo, en forma auto-mática diluye cada vez menos con aire atmosférico, a fin de satisfacer las -

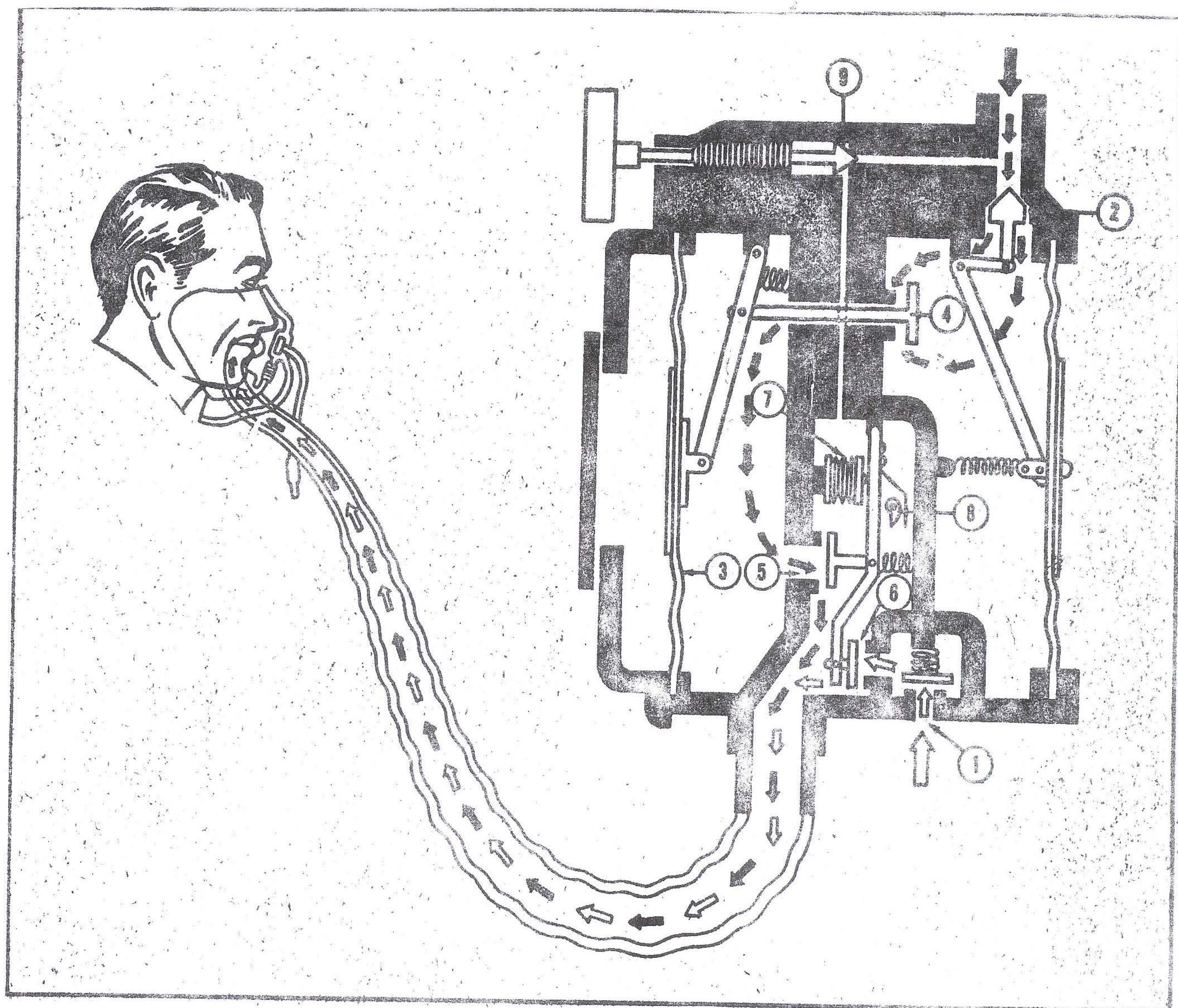


Fig. No. 34-A - Representación esquemática del funcionamiento de un regulador de dilución-demanda (Modelo Aro).

necesidades cada vez mayores de aquel gas en el organismo; a la altitud de 34M' (Fig. No. 35-C) la válvula de entrada de aire queda totalmente obs- truida mediante la expansión del aneroide, impidiendo la entrada de aire al regulador y por el contrario la válvula de entrada de oxígeno se abre al máximo para permitir que este gas llegue 100% puro a la máscara; durante el descenso la operación se invierte, en tal forma que en tierra practicamente se respira aire con una mínima cantidad de oxígeno adicional. (Fig. 35-A). Este proceso se lleva a cabo cuando la palanca de control de dilución (Fig. No. 34-8) situada en la parte exterior del regulador está en posición de "OXIGENO NORMAL"; cuando esta palanca se coloca en la posición de "OXIGENO 100%" se cierra la válvula de entrada de aire y el oxígeno que provee el regulador está sin diluir, es decir, 100% puro; naturalmente cuando ésto se realiza al consumo de oxígeno aumenta considerablemente, por lo que se recomienda colocar el control de dilución en "OXIGENO 100%" solo en los siguientes casos:

1) Tratamiento de heridas o shock.
2) Protección contra escape de gases u otros gases toxicos en el aeroplano.
3) Para evitar los síntomas de aeroembolismo.
4) Para corregir la sensación de falta de oxígeno.

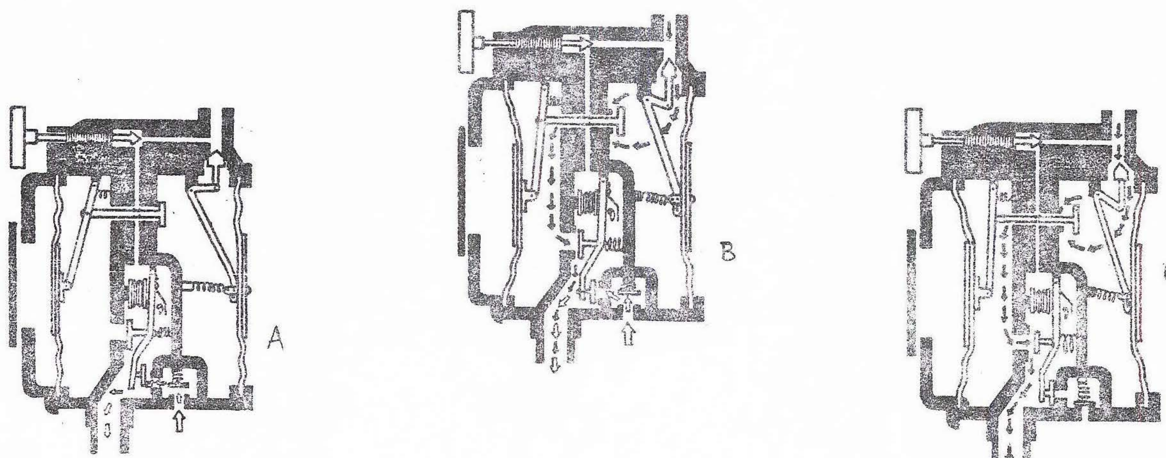


Fig. No. 35 - Representación esquemática del funcionamiento de un regulador de dilución-demanda a diversas altitudes.

A

A nivel del mar la válvula de entrada de aire atmosférico está totalmente abierta y por el contrario la válvula que regula la entrada de oxígeno está cerrada, es decir, se respira prácticamente puro aire.

B

Con la altitud la succión, creada en el regulador permite que la válvula de entrada de oxígeno se abra progresivamente mas a medida que se asciende, y por otro lado la expansión del aneroide cierra la entrada del aire que a mayor altitud diluye menos el oxígeno.

C

A la altitud de 34,000' o más la válvula de entrada del oxígeno está totalmente abierta y por el contrario el aneroide al expanderse a su máximo ha cerrado completamente la entrada del aire; es decir, se respira 100% de oxígeno.

Los reguladores de dilución-demanda estan provistos igualmente de un control manual consistente en una válvula giratoria que se presenta en los modelos más usados pintada de color rojo, situada en la parte frontal del regulador que sirve para ministrar "OXIGENO DE EMERGENCIA" (Fig. 34-9); al operar esta válvula el regulador provee una corriente continua de oxígeno 100% hacia la máscara, por lo que el gasto de las reservas de este gas en el avión acumulan considerablemente, recomendándose por lo tanto que solo se emplee "OXIGENO DE EMERGENCIA" en los siguientes casos:

1) Hipoxia o pérdida de la conciencia en cualquier miembro de la tripulación.

2) En una fuga seria y repentina de la máscara de oxígeno o del tubo que une esta máscara al regulador.

3) En caso de descompostura del regulador.

Los reguladores de dilución-demanda más comunmente empleados son de dos tipos: Aro (Figura No. 36) y Pioneer (Figura No. 37), y aunque difieren ligeramente en cuanto a su presentación y distribución interna de sus válvulas y diafragmas, operan bajo el mismo principio.

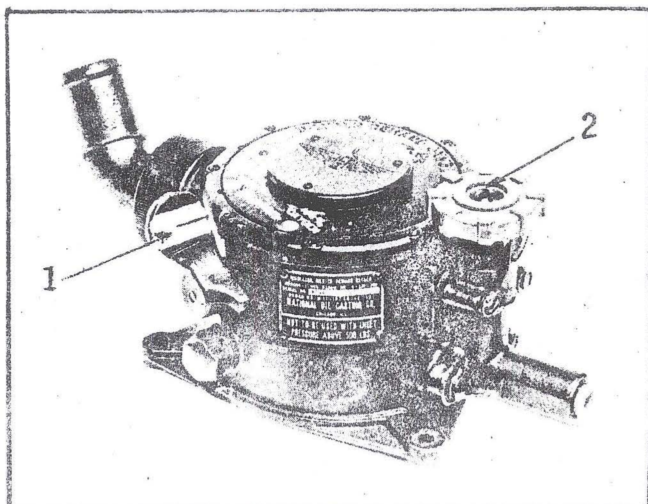


Fig. No. 36 - Regulador de dilución demanda tipo Aro.

1. Palanca para control de dilución a "oxígeno normal u oxígeno 100%.

2. Válvula de emergencia.

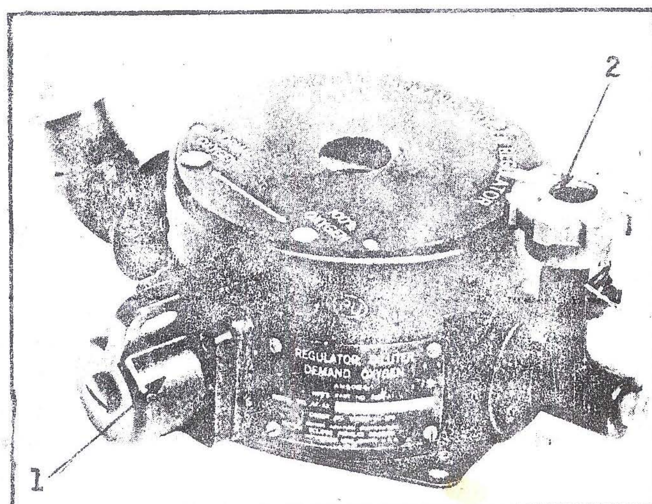


Fig. No. 37 - Regulador de dilución demanda tipo Pioneer.

1. Palanca para control de dilución a oxígeno normal u - oxígeno 100%.

2. Válvula de emergencia.

Este tipo de equipo se emplea para el abastecimiento de oxígeno de tripulaciones en todos los aviones comerciales convencionales de hélice. (DC-3, DC-4 y DC-6 entre otros.)

5.12 INDICADORES DE FLUJO DE OXIGENO.

Los indicadores del flujo de oxígeno están conectados al regulador y como su nombre lo indica, sirven para señalar que el oxígeno está pasando a través del regulador hacia la máscara; estos dispositivos no indican la cantidad de oxígeno que esta fluyendo, ni si la persona que emplea - el sistema está recibiendo una cantidad adecuada de oxígeno.

La mayor parte de los indicadores operan mediante el sistema de "parpadeo"; en algunos modelos el "ojo" se cierra durante la inspiración y se abre durante la espiración y en otros actua en forma inversa: en cualquier forma lo importante es que se abran o se cierren para indicar su co--

rrecto funcionamiento. (Fig. No. 38.)

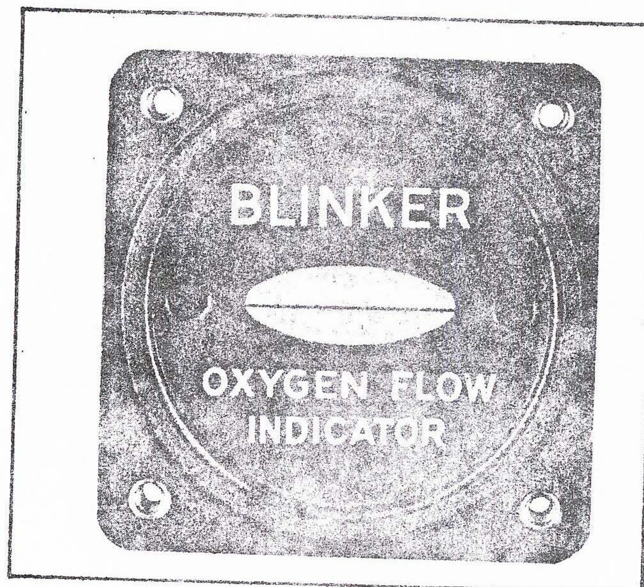
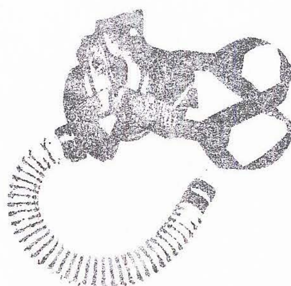


Fig. No. 38 - Indicador del flujo de oxígeno.

5.13 MASCARAS DE DEMANDA:

La característica esencial de las máscaras de demanda es una simple válvula de salida consistente en una aleta circular de hule la cual abre la salida durante la expiración y la cierra cuando se inspira el oxígeno proveniente del regulador. La operación del sistema entero depende del asiento de esta válvula y de la ligera succión que se crea en la máscara cuando se inhala el oxígeno; ésta es la razón por lo que es tan importante, al emplear este tipo de máscaras, que éstas queden adecuadamente ajustadas a la cara y al casco, en el caso de que se emplee éste. Las máscaras de demanda se proveen en 4 tamaños; pequeño, extra pequeño, mediano y grande; todos están provistos de los dispositivos necesarios para su ajuste a la cabeza o al casco, variando éstos según los diversos modelos; están conectados al regulador por medio de un tubo de hule flexible y corrugado cuya extensión varía según los requerimientos y que generalmente es resistente a la flexión y a la oclusión del mismo. Las máscaras vienen provistas de micrófono para intercomunicación. (Fig. No. 39).



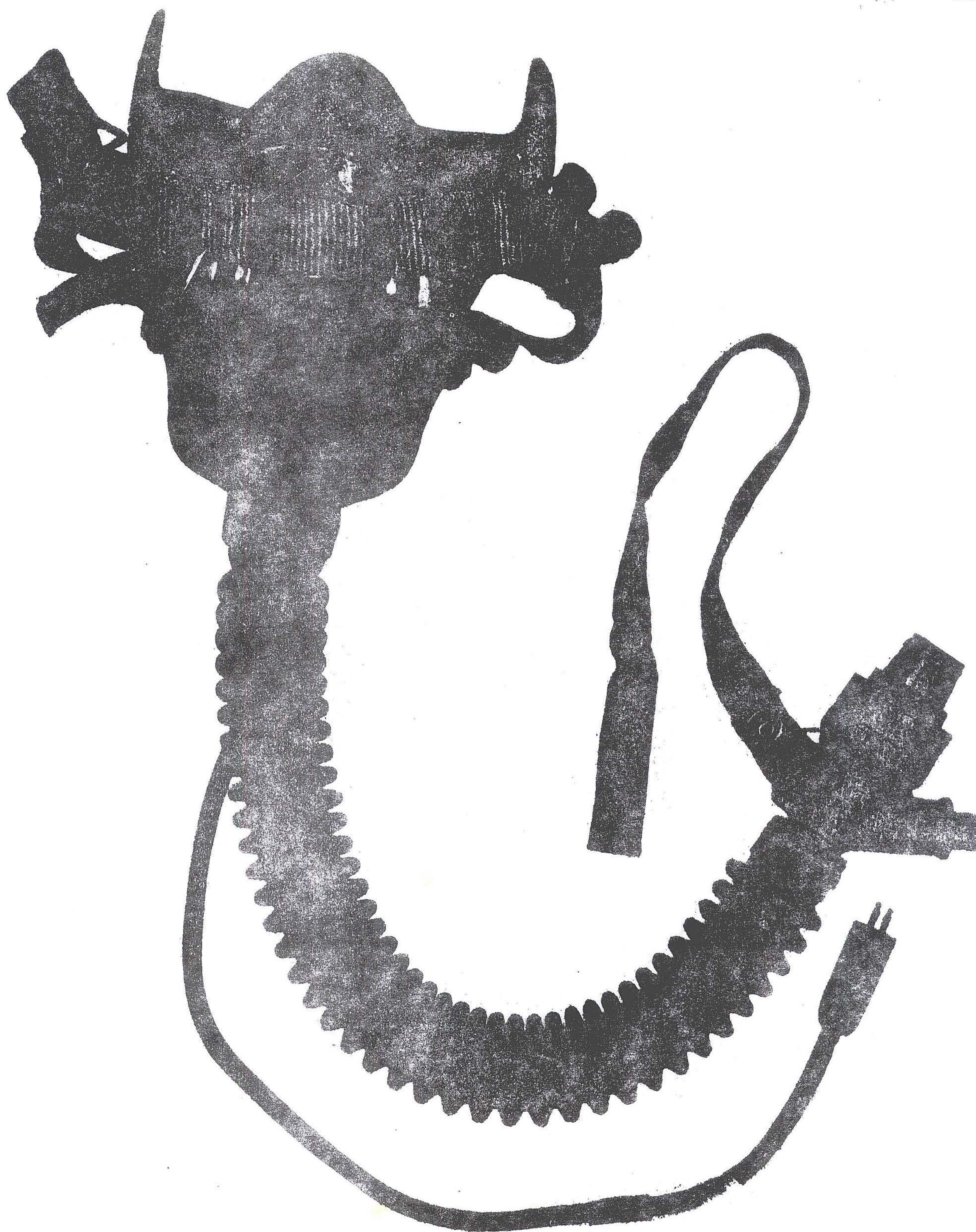


Fig. No. 39.

Modelo típico de mascara de demanda provista de: 1. Tubo de hule para conección al regulador.- 2. Sistema interconector a la manguera del regulador.- 3. Conección al sistema de intercomunicación.- 4. Dispositivo para ajuste de la mascara.

5.13.1 PRUEBA DE AJUSTE DE LA MASCARA.

A fín de determinar si existe una fuga entre la máscara y su - cara debida a un ajuste imperfecto, existe una prueba sencilla que es de gran utilidad cuando se práctica cuidadosa y correctamente; ésta es la única prueba que puede usarse convenientemente en vuelo y no requiere ningún equipo especial; la prueba se denomina prueba de succión y consiste en los siguiente: con la máscara bien ajustada a su cara, doble el tubo de hule flexible que conecta ésta al regulador; pellizque con fuerza el doblez en tal forma que bloquee totalmente el paso de gas a través de dicho tuvo y manténgalo así durante el tiempo que dure la prueba; en estas condiciones inhale lentamente; cuando el ajuste de su máscara es correcto no será posible inhalar nada de aire durante esta maniobra.- RECOMENDACIONES: no realize una inspiración profunda ya que con ello solo conseguirá "sellar" la máscara a su cara y evitará detectar alguna entrada de aire. 2. No obture el tubo que conecta la máscara al regulador para hacer esta prueba, si la válvula de "EMERGENCIA" del regulador está abierta, pues la presión originada con ello puede romper el diafragma -- del regulador.

5.13.2 COMO QUITARSE Y REEMPLAZAR SU MASCARA EN VUELO:

Durante el vuelo, aún a grandes altitudes, puede ser necesario despojarse momentaneamente de su máscara para limpiar su naríz o el exceso de humedad; se describe aquí el procedimiento que debe efectuarse para su mayor seguridad:

1. Despojarse de la máscara solo en vuelo recto y nivelado y cuando no requiera atender con gran cuidado el manejo de - su avión; si lleva otro miembro de tripulación capacitado para tomar los controles, pidales los tome a su cargo mientras usted se quita la máscara; es decir, no distraiga su atención en otro aspecto, al quitarse su mascara.

2. Si la máscara vá fija por ambos lados descuélguela de su - lado derecho pero manténgala fija a su cara con su mano. - Si está fija por un dispositivo central afloje éste, pero mangengala igualmente pegada a la cara con su mano.

3. Realize 3 o 4 inspiraciones profundas de oxígeno y detenga su respiración.

4. Desaloje la máscara hacia el lado izquierdo o hacia abajo.

5. Antes de respirar nuevamente limpie su naríz, seque la humedad o haga lo que tenga que hacer; si antes de terminar tiene necesidad de respirar nuevamente, con su mano ajuste la máscara a su cara y respire oxígeno; lo que se trata es de que no respire aire.

6. Al terminar, ajuste nuevamente la máscara a su cara; apriete los dispositivos de fijación de la máscara a su cara; cerciórese de que las bandas de ajuste no quedaron torcidas o el tubo de conexión de la máscara al regulador no -- quedó doblado o tapado.

7. Realize la prueba de succión antes citada para cerciorarse de que su máscara está bien ajustada a su cara.

5.14 EQUIPOS PORTATILES DE DEMANDA.

Los equipos de oxígeno portátiles de demanda, consisten en un tipo especial de regulador de demanda unido a un cilindro para abastecimiento de oxígeno; los reguladores poseen un enchufe para la conexión directa del tubo de hule que une éste a la máscara; tienen además un indicador de presión para señalar la reserva de oxígeno en el cilindro, y dispositivos para el transporte del cilindro mediante correas para sujetar éste al hombre de la persona que use el sistema; el tipo más usual es un cilindro dotado de un regulador de dilución-demanda de diseño especial, que como su nombre lo indica permite la entrada de aire que diluye parcialmente el oxígeno en el regulador hasta la altitud de 34,000' y que funciona en la misma forma que ya se ha descrito en el regulador fijo de dilución-demanda (Figura No. 40) existe además otro tipo consistente en un cilindro provisto de un regulador que funciona simplemente mediante el sistema de demanda, el cual provee exclusivamente oxígeno a un concentración progresivamente mayor, de acuerdo con la altitud a la cual se vuela (Figura No. 41); este último casí no se emplea en la actualidad debido a que el consumo de oxígeno es mucho mayor que en el tipo de dilución-demanda. Los equipos portátiles de demanda poseen además un dispositivo para recargar de oxígeno el cilindro, cuando la presión de éste señala que sus reservas son escasas.

RECOMENDACIONES:

Antes de usar un sistema portátil de demanda revise cuidadosamente la presión indicada en el manómetro a fín de conocer la cantidad de oxígeno existente en el cilindro; asimismo mientras usa el equipo revise periódicamente la presión marcada en el indicador. No confíe en sus cálculos para saber el tiempo que durará la reserva de su oxígeno, ya que pueden existir fugas u otras causas que aumenten el consumo de este gas más rapidamente de lo que usted piensa. Cuando la presión del indicador le marca por abajo de 100 lbs./pulg^2. proceda a recargar su equipo portátil para que pueda emplearlo con toda seguridad.

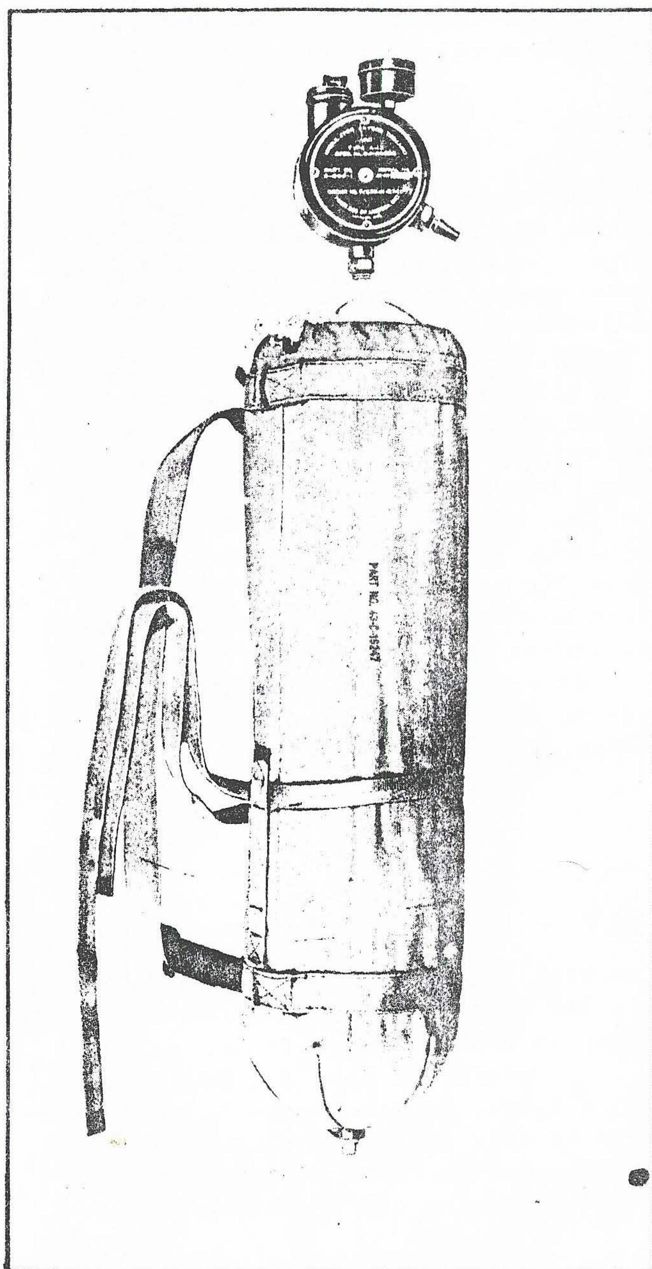


Fig. No. 40- Equipo de oxígeno portátil con regulador de dilución-demanda. Provee oxígeno diluido con aire hasta la altitud de 34M'

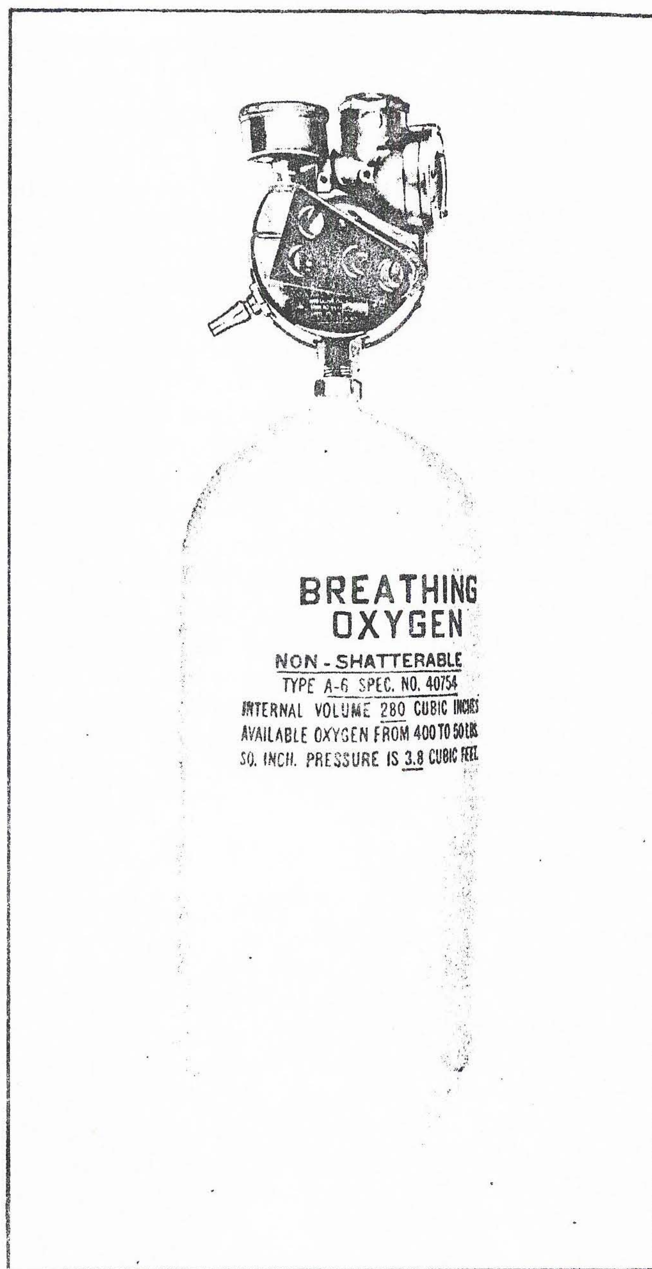


Fig. No. 41 - Equipo de oxígeno portátil, con regulador de demanda. Provee exclusivamente oxígeno a concentración ascendente de acuerdo con la altitud.

5.15 EQUIPOS DE OXIGENO DE PRESION-DEMANDA.

5.15.1 INTRODUCCION:

Cuando se usa el equipo de oxígeno de dilución-demanda descrito anteriormente, la presión en los pulmones es aproximadamente la misma que la presión atmosférica existente en la cabina; en un avión no presurizado esta presión disminuye progresivamente con el ascenso, a pesar de lo cual se re

cibe un aporte adecuado de oxígeno con el sistema de dilución-demanda, cuando la actividad física es moderada, hasta una altitud de 35,000'; entre los - - 35,000 y 40,000', debido a una mayor disminución de la presión del oxígeno en los pulmones, existe un déficit en el transporte de este gas a los tejidos, es decir se presenta hipoxia, la cual no es de intensidad peligrosa cuando se permanece en reposo y no existe ninguna fuga en el sistema de oxígeno. Por arriba de los 40,000' sim embargo, la saturación de la hemoglobina por el oxígeno disminuye peligrosamente y consecuentemente agrava los síntomas de hipoxia, la cual se hace más severa con la altitud. Por lo tanto la altitud de 40,000' se considera como la altitud absoluta para usar con seguridad un sistema de oxígeno de dilución-demanda.

Existen dos métodos mediante los cuales se puede mantener en el organismo una concentración adecuada de oxígeno en los tejidos por arriba - de los 40,000'; Uno de ellos es el uso de la cabina presurizada o el traje a presión con los cuales se obtiene una mayor presión tanto fuera como dentro -- del organismo, y el otro es mediante el uso de un sistema de oxígeno de presión-demanda el cual provee este gas a una presión ligeramente mayor que la -- existente alrededor del cuerpo. Dado que el organismo puede soportar un límite de presión interna determinado antes que se sufra alguna lesión por esta -- causa, el uso del sistema de oxígeno de presión demanda está por esta razón limitado a una altitud máxima de 42,000' pudiendo emplearse por periodos muy cortos hasta una altitud de 50,000'. Debido a que la pérdida de la presurización de la cabina es un riesgo potencial que puede presentarse a un momento dado, - todas las aeronaves capaces de volar a altitudes superiores a los 35,000' aún provistas con cabina presurizada, deben estar dotadas con sistemas de oxígeno de respiración a presión, con el objeto de que en el caso de presentarse esta emergencia se pueda asegurar un aporte adecuado de oxígeno a los tripulantes - a la altitud real del vuelo, a fín de que éstos puedan iniciar de inmediato -- las maniobras para resolver dicha emergencia.

5.16 CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS EQUIPOS DE OXIGENO DE PRESION-DEMANDA.

El regulador y la máscara son los únicos dispositivos del sistema de presión-demanda que difieren del sistema de dilución-demanda convencional. Estos trabajan en la misma forma que los correspondientes en el equipo - de demanda, y se emplean igualmente hasta que el mecanismo de presión entra en operación.

5.17 REGULADORES DE PRESION-DEMANDA:

Los reguladores de presión-demanda son de dos tipos: de control manual y reguladores de control automático.

5.17.1 El regulador de presión-demanda de control manual (Figura No. 42) es similar al regulador convencional de dilución-demanda que ya se describió, pero a diferencia de éste, tiene una palanca ajustable que oprime el diafragma del regulador permitiendo con ello que la válvula de entrada del oxígeno se abra con mayor amplitud y el oxígeno fluya hacia la máscara a mayor presión que la normal; el control que regula la presión que la palanca ejerce sobre el diafragma se encuentra en la parte frontal del regulador representando en un indicador que señala diversas altitudes en miles de pies; con este regulador se provee oxígeno a presión hasta que se crea en la máscara y el regulador suficiente presión para vencer la resistencia de la palanca que oprime el

diafragma, con el cual se cierra la válvula de entrada de oxígeno. La presión a la cual fluye el oxígeno en este regulador de acuerdo con las altitudes marcadas en el mismo son las siguientes:

Cuando el indicador del regulador está en la posición de:	La presión a la que el oxígeno fluye a la mascara y al pulmon es:
Normal	La misma que la presión ambiente.
Seguridad	1.75 Pulg./H2O *
41M'	4.0 Pulg./H2O
43M'	6.0 Pulg./H2O
45M'	8.0 Pulg./H2O
Arriba de 45M'	12.0 Pulg./H2O

* Pulg/H2O = Pulgadas de agua.

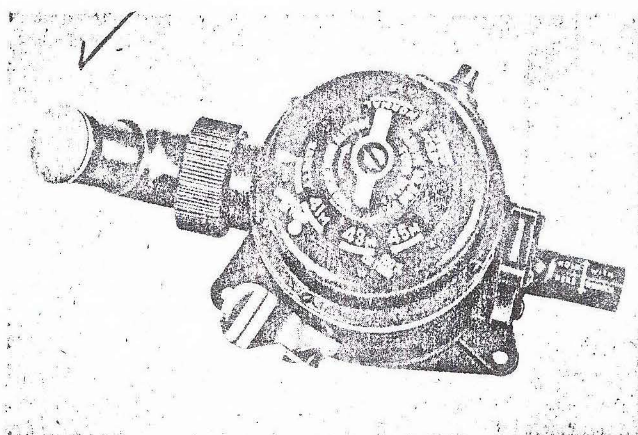


Fig. No. 42.

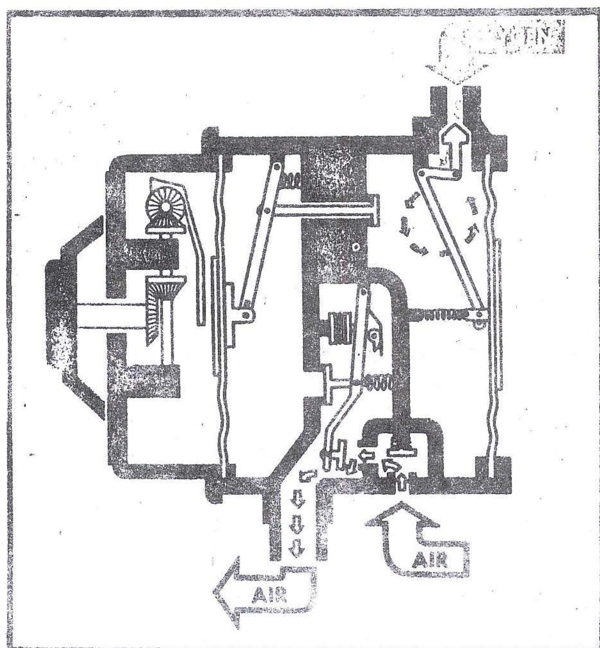
Regulador de presión-demanda de control manual.

La figura No. 43. señala el funcionamiento de un regulador de este tipo a diversas altitudes.

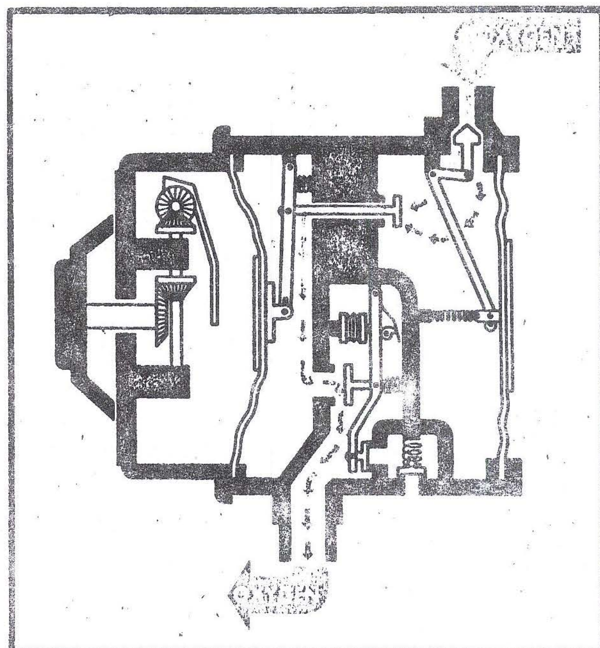
Instrucciones para operación del regulador en condiciones normales.- En un avión no presurizado se coloca el botón de control de presión del regulador de la altitud real del vuelo; en el caso de un avión con cabina presurizada se coloca éste a la altitud de la cabina.-

PRECAUCION:

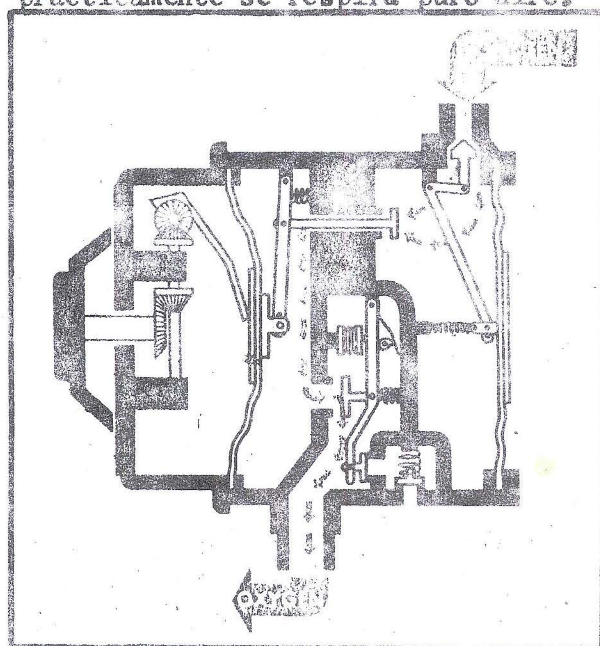
Coloque el control de presión antes de ascender; no espere a alcanzar la altitud de vuelo o de cabina para hacerlo.



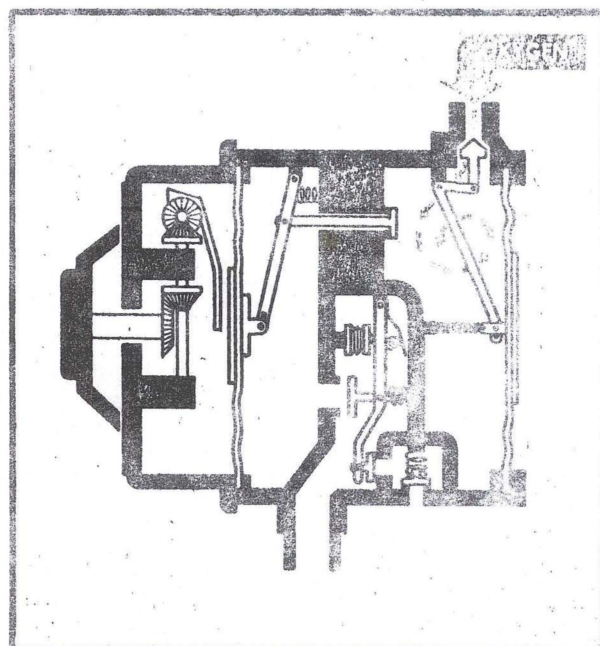
A - Regulador durante la inspiración a nivel del mar.- La válvula de entrada del O_2 está cerrada y la válvula de entrada del aire esta abierta; practicamente se respira puro aire.



B - Regulador durante la inspiración a 34M'. La válvula de aire esta cerrada y la válvula del O_2 esta abierta; se respira 100% de oxigeno.



C - Regulador durante la inspiración con respiración a presión.- La presión ejercida por la palanca sobre el diafragma deprime esta, permitiendo una mayor apertura de la válvula de entrada del O_2.



D - Regulador durante la espiración; al exhalar el aire aumenta la presión dentro del regulador por encima de la presión a la que el O_2 fluye, con lo cual se vence la resistencia de la palanca que oprime el diafragma y la válvula de entrada del O_2 se cierra.

Fig. No. 43.
Representación esquématica del funcionamiento de un regulador de presión-demanda de control manual a diversas altitudes.

Hasta la altitud de 30,000' coloque el botón de control de presión en la posición de "NORMAL" y la palanca de dilución en "OXIGENO NORMAL"; use el regulador exactamente como si se tratara de un sistema de dilución-demanda.

Entre los 30,000' y 40,000' coloque el botón de control de presión en la posición de "SEGURIDAD" con lo cual se proveerá de oxígeno a la máscara a una presión superior a la del aire externo, para protección en caso de fuga o de entrada de aire a la máscara.

A los 40,000' o más coloque el control de presión en los siguientes posiciones:

Cuando la altitud real del vuelo o la altitud de cabina sea de:	El botón de control de presión deberá colocarse en la posición de:
40,000'	41,000'
41,000'	41,000'
42,000'	43,000'
43,000'	43,000'
44,000'	45,000'
45,000'	45,000'
Arriba de 45,000'	Arriba de 45,000' (Para uso de emergencia solamente).

Instrucciones para operación del regulador en caso de emergencia.

El regulador de presión-demanda de control manual no tiene válvula de emergencia, por lo que para corregir una fuga seria o difícil de suspender en la máscara, podrá girarse el botón de control de presión a altitudes mayores que la de vuelo o la cabina para obtener una mayor flujo de oxígeno a la máscara. Sin embargo se recomienda hacerlo sólo en estos casos ya que el consumo de oxígeno aumenta considerablemente sobre todo a altitudes inferiores a los 30,000'.

5.17.2 REGULADORES DE PRESION-DEMANDA DE CONTROL AUTOMATICO.

Estos reguladores constituyen el último avance en los sistemas de aprovisionamiento de oxígeno para tripulantes, por lo que se encuentran en los más recientes modelos de aviones de turbo-reacción tanto civiles como militares, y en los diseños modernos de cámaras de altitud para entrenamiento de vuelos simulados.

FUNCIONAMIENTO DE LOS REGULADORES DE PRESION-DEMANDA DE CONTROL AUTOMATICO.

La figura No. 44 representa un regulador de presión-demanda empleado en el sistema de abastecimiento de oxígeno para tripulantes, localizado en la cabina de los pilotos. En su carátula tiene tres pequeñas manijas que de izquierda a derecha tienen el objeto siguiente: La primera tiene dos posiciones marcadas "ON" (abierto) y "OFF" (cerrado) que como se indica sirven para abrir o cerrar el paso de oxígeno al interior del regulador; la manija central tiene igualmente dos posiciones marcadas "NORMAL" y "OXIGENO 100%", -

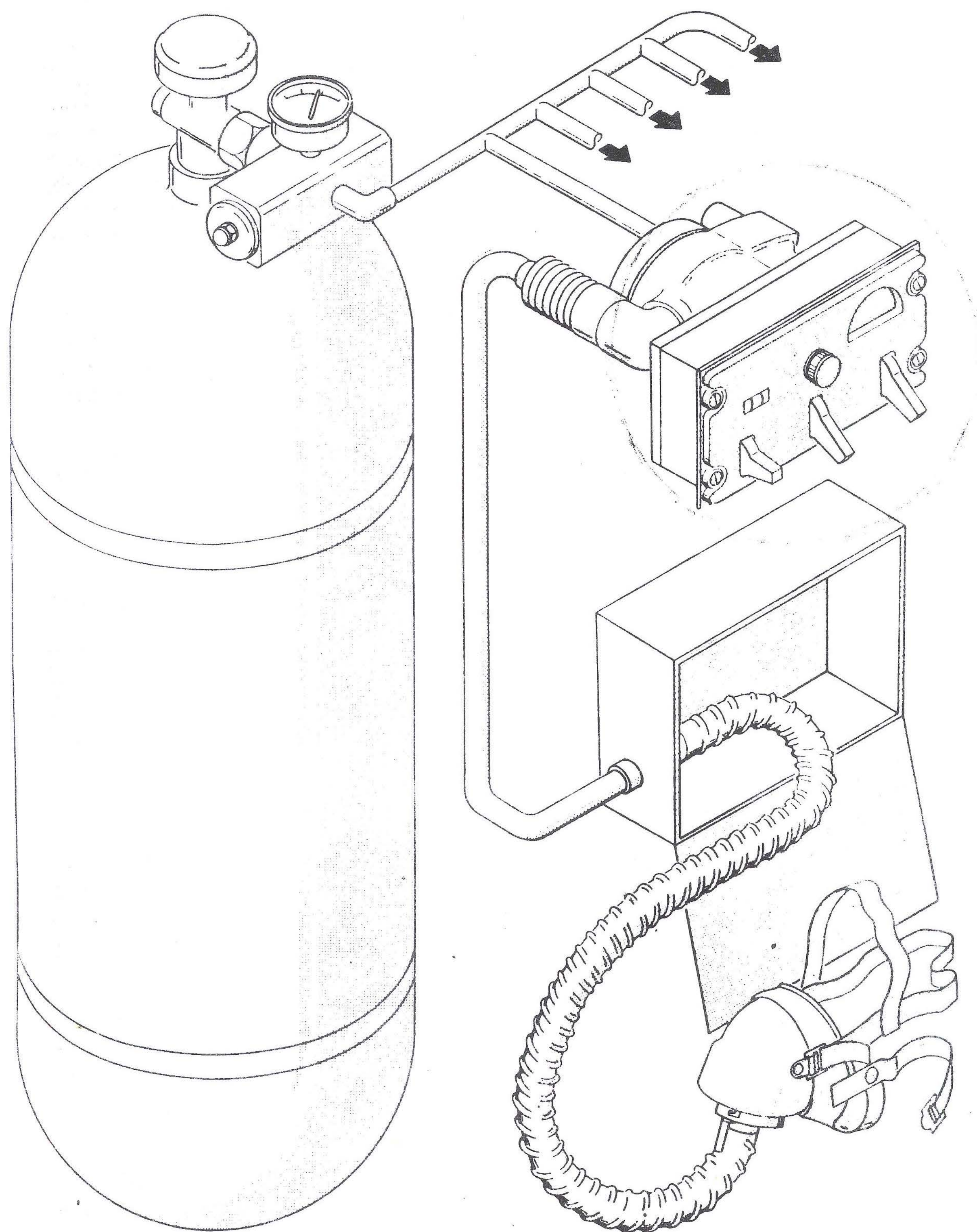


Fig. No. 44.

Regulador de presión-demanda de control automático.

que tienen por objeto la primera, proveer oxígeno diluido con aire de la cabina y la segunda administrar oxígeno 100% puro, es decir sin ninguna dilusión; algunas empresas comerciales recomiendan a sus tripulaciones mantener estas dos clavijas en una posición determinada durante todo el vuelo; la primera frenada con alambre delgado de cobre en posición de "ON" (abierto) y la segunda continuamente en la posición de oxígeno 100%. La tercera palanca de la derecha tiene tres posiciones; "NORMAL" que es la posición en la que usualmente se emplea, "EMERGENCIA" en la cual se provee una corriente contínua de oxígeno hacia la máscara y que se emplea en los mismos casos citados en la descripción del regulador de dilución-demanda; existe una tercera posición llamada "TEST" (prueba), en la cual se estudia el flujo de oxígeno hacia la máscara cuando existe alguna duda a este respecto.

En la carátula del regulador se encuentran además el manómetro indicador de presión que señala la cantidad de oxígeno existente en los cilindros, y en el cual aparecen además de las cifras de presión, las indicaciones de "VACIO", "UN CUARTO", "UN MEDIO", "TRES CUARTOS" y "LLENO"; existen además el indicador del flujo de oxígeno representado por una pequeña banderita de color blanco, la cual funciona mediante el sistema de "parpadeo" cuando se emplea el regulador en posición de "NORMAL". En la parte superior del regulador hay una cámara que esta comunicada con la cabina, y a través de la cual pasa el aire al interior de éste.

El oxígeno del cilindro pasa a través de la válvula que queda abierta por medio de la primera manija y entra directamente a través de la válvula de la primera reducción (Fig. No. 45-1) a una cámara en el regulador; en esta cámara va colocado un fuelle que forma otra pequeña cámara (Fig. No. 45-2) cuyo interior esta comunicado a la cámara superior del regulador, o sea que esta comunicada a la presión de la cabina; dentro de ésta cámara se encuentra un resorte de tensión calibrada para que contrarrestando la presión del oxígeno en la primera cámara, la válvula de la primera reducción se cierre impidiendo la entrada de más oxígeno cuando la presión en ésta primera cámara ha alcanzado el valor de 30 lbs./pulg^2.

Para proteger al regulador y al tripulante en caso de falla del mecanismo de control de ésta primera reducción de presión, la primera cámara del regulador ésta comunicada a una válvula de relevo denominada "VALVULA DE RELEVO DEL PRIMER PASO" (Fig. No. 45-3), que esta ajustada para abrir el paso de oxígeno si su presión alcanza un valor de 33 a 35 lbs./pulg^2.

Esta cámara del regulador esta comunicada con la cámara inferior a través de la válvula de demanda (Fig. No. 45-4), que normalmente esta cerrada por la acción de un resorte y cuyo vástago esta en contacto con un balancin (Fig. No. 45-5) que está instalado en la cámara inferior.

En la cámara inferior existen dos diafragmas (Fig. No. 45-6-7) que forman entre sí tres secciones en la dicha cámara. El diafragma superior (6) esta en contacto con el balancín y tiene una pequeña perforación en su parte central que comunica la sección superior de ésta cámara con la sección intermedia situada entre los dos diafragmas.

La cámara inferior cuenta con una válvula de relevo denominada "VALVULA DE RELEVO DEL SEGUNDO PASO" (Fig. No. 45-8), que esta ajustada para permitir el escape del oxígeno hacia la cabina si su presión alcanza o excede un valor de 1.4 lbs./pulg^2.

La cámara inferior esta comunicada a través de un pasaje interno en el regulador (Fig. No. 45-9) con la salida hacia la máscara (Fig. No. 45-10).

Durante la inspiración se crea momentaneamente una presión diferencial en el diafragma superior de la cámara inferior (6) en virtud de lo pequeño de la perforación que lleva en su parte central; ésta presión diferencial entre la parte superior y la inferior del diafragma ocasiona que éste se desplace hacia arriba arrastrando consigo al balancin(5) y éste a su vez a la válvula de demanda (4).

El oxígeno a una presión de 30 lbs./pulg^2. en la primera cámara del regulador pasa a través de la válvula de demanda a la cámara inferior y a través de un conducto que termina en un venturi (Fig. No. 45-11) este gas llega a la salida del regulador y fluye hacia la mascara para abastecer al tripulante.

Durante la espiración se restablece la presión normal en la cámara inferior del regulador y las presiones entre la parte superior y la parte inferior del diafragma se igualan, por lo cual éste adquiere la posición normal y la válvula de demanda se cierra; esta operación se repite durante un nuevo ciclo respiratorio.

En la cámara superior del regulador que va comunicada a la presión de la cabina, va colocado un aneroide denominado Dilusor (Figura No. 45-12) y que esta dotado de una válvula para abrir y cerrar el paso de esta cámara hacia otros pasajes en el interior del regulador; estos pasajes estan cerrados por una válvula de check que esta cargada por la fuerza de un resorte (Fig. No. 45-13). El aneroide tiene una pequeña cantidad de aire atrapada en su interior, que es hermético.

En condiciones normales la presión de la cabina es siempre superior a la presión en el interior del aneroide y consecuentemente éste se encontrara retraido manteniendo su válvula abierta; sin embargo, si la presión de la cabina baja hasta una altitud de 28M' el aneroide se expande cerrando permanentemente la válvula e impidiendo la entrada de aire al regulador.

Durante la inspiración se abre la válvula de check por una compresión del resorte que la mantiene cerrada, permitiendo el paso de aire al regulador que diluye parcialmente el oxígeno mientras se encuentre a una altitud inferior a los 28M'.

En la cámara superior del regulador que está comunicada con la cabina, va colocado un mecanismo que tiene por objeto indicar al tripulante el paso de oxígeno hacia la máscara, el cual ya hemos referido que está constituido por una pequeña banderita blanca que aparece por una apertura de la carátula del regulador durante la inspiración y desaparece durante la espiración. Este mecanismo (Fig. No. 45-14) está formado por un diafragma y un pequeño balancin que tiene conectado uno de sus brazos al centro del diafragma y el otro a la banderita; una de las cámaras del diafragma, la superior, está conectada por pasajes internos en el regulador a la cámara inferior del mismo (Fig. No. 45-15) y la otra, la inferior, (Fig. No. 45-16) esta conectada a los pasajes de abastecimiento de oxígeno a la máscara. Al aspirar el piloto en la máscara

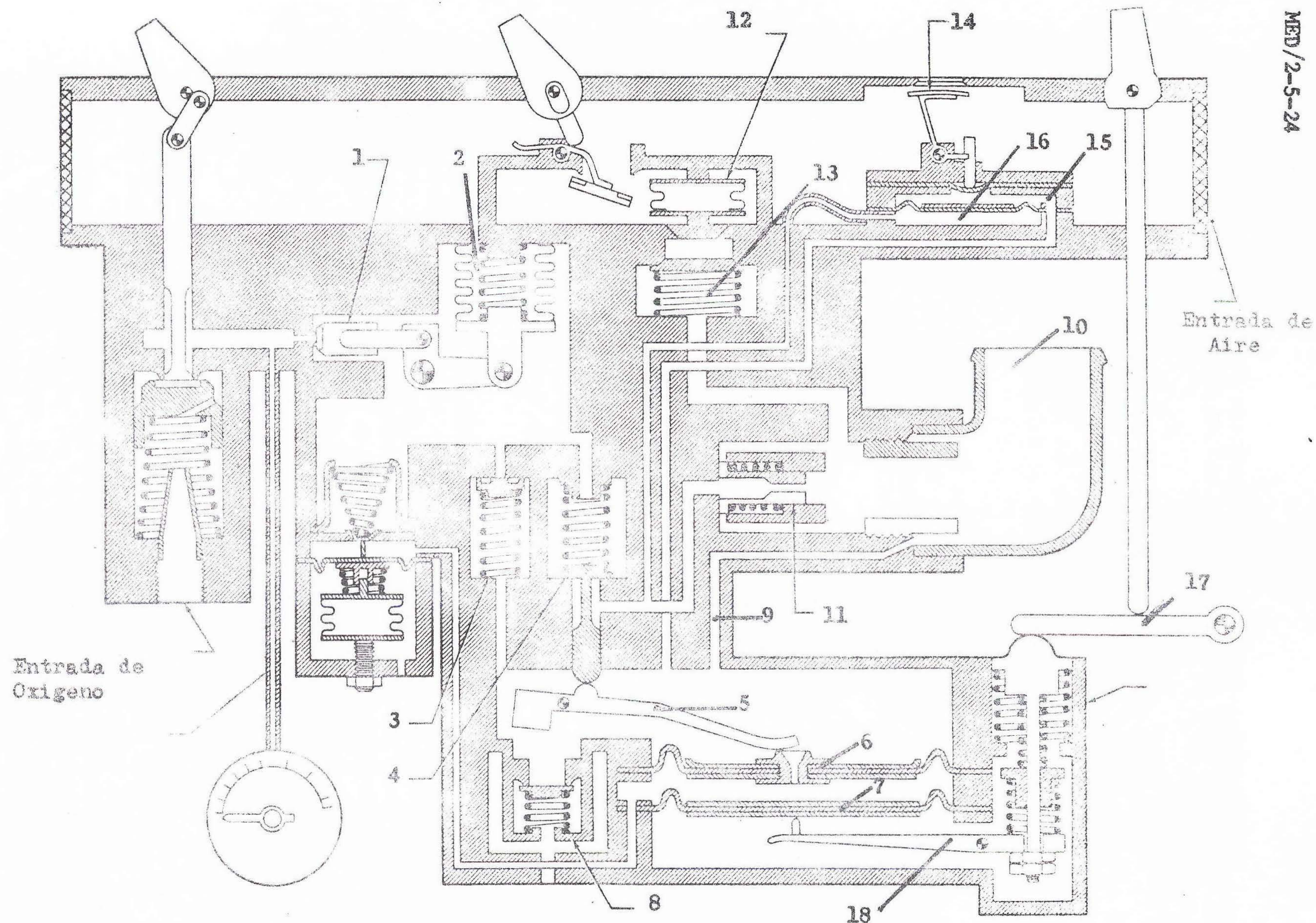


Fig. No. 45.

Representación esquematica del regulador de presión — demanda de control automático.

- PRECAUCION -

No mezcle oxígeno con otros gases, ni use cilindros que estén destinados a otros gases para llenarlos con oxígeno. La mezcla del oxígeno con otros gases puede ser altamente explosiva y producir accidentes fatales.

se crea momentaneamente una presión diferencial en el diafragma que hace que la banderita aparezca; durante la espiración la presión se neutraliza y el diafragma adquiere su posición normal con lo cual la banderita desaparece.

Si el regulador fallara y el tripulante no tuviera abastecimiento de oxígeno se deberá colocar la manija ilustrada en el extremo derecho de la carátula de la figura No. 44 a la posición de "EMERGENCIA"; al hacerlo, el escalón que se encuentra en la palanquita mantendrá el vástago operado por la misma permanentemente hacia abajo, y se transmitirá su movimiento al mecanismo para emergencia y prueba; este mecanismo (Fig. No. 45-17) aprimirá el diafragma inferior de la cámara inferior (Fig. No. 45-18) hacia arriba y al mismo tiempo éste impulsara al diafragma superior igualmente hacia arriba, con lo cual la válvula de demanda quedara permanentemente abierta, y el paso de oxígeno sera directo hacia la máscara a una presión de 30 lbs./pulg^2. El oxígeno a presión ocasionará que el venturi en el interior del regulador se mueva hacia la derecha comprimiendo el resorte para que la presión de 30 lbs. de oxígeno se reduzca a un valor fijo que depende de las dimensiones del propio venturi.

En la misma forma se puede obtener un abastecimiento a presión constante hacia la máscara si la tercera manija se coloca en la posición de "TEST" (prueba); sin embargo debido a que en esta posición la manija no tiene un escalón, sino solamente una especie de leva, nó permanecera en esta posición continuamente, sino que al retirarse la presión de los dedos regresara a la posición normal.

En caso de emergencia, si la cabina alcanzara una altitud de 28M' el abastecimiento de oxígeno sería a presión y 100% puro, es decir no diluido por el aire; ésto se logra merced al sistema de respiración a presión que consiste de un aneroide sellado que mantiene una bajisima presión en su interior; en condiciones normales el aneroide se mantiene comprimido gracias a la presión de la cabina que pasa a la pequeña cámara del regulador durante dicho aneroide está alojado; si la presión de la cabina se perdiera y la altitud de ésta alcanzara un valor de 28M', el aneroide se expande abriendo una válvula que está conectada a la primera cámara del regulador en donde la presión del oxígeno es de 30 lbs./pulg^2.; el oxígeno a ésta presión pasará por la válvula abierta al espacio comprendido entre los dos diafragmas de la cámara inferior del regulador, moviendo rapidamente el diafragma superior hacia arriba y abriendo la válvula de demanda para permitir el paso directo hacia la máscara.

5.18 MASCARAS DE OXIGENO DE PRESION-DEMANDA.

Una máscara de oxígeno de presión-demanda, difiere de la máscara convencional de demanda en que la primera tiene que soportar una presión mayor que la ambiental, para lo cual requiere 3 características que la diferencían; estas son:

a) Una aleta o cortina de hule (Fig. 46-1) que forma un anillo alrededor del interior de la máscara y que al estar en contacto directo con la piel de la cara cuando se usa la máscara, previene la salida de oxígeno al exterior.

b) Válvulas de check (Fig. No. 46-2) que cierran las entradas de oxígeno durante la espiración.

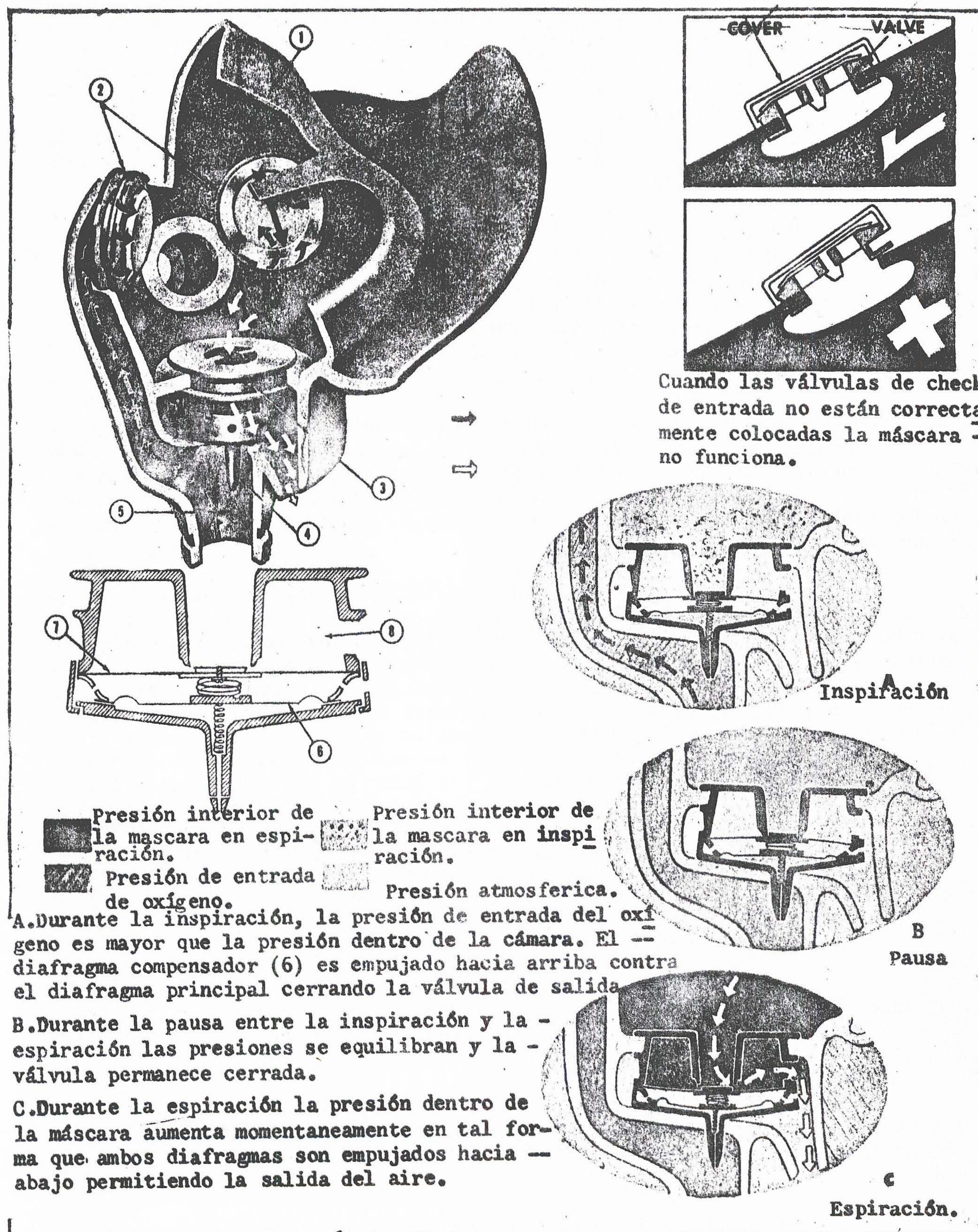


Fig. No. 46

Representación esquematica del funcionamiento de una mascara de presión-demanda.

c) Un tipo especial de válvulas de salida (Fig. No. 46-3) colocada en el piso de la máscara, la cual se abre solamente cuando la presión en el interior de ésta excede ligeramente la presión a la que el oxígeno entra a la máscara; la figura No. 46 representa esquematicamente el funcionamiento de una máscara típica de presión-demanda, el cual es en principio el mismo para todas las diferentes máscaras de este tipo, aún cuando éstas difieran en su diseño exterior, dispositivos de fijación a la cara, etc.

5.18.1 REVISION GENERAL DE LA MASCARA.

Antes del vuelo, se debe proceder a realizar una revisión cuidadosa de la máscara de oxígeno con objeto de comprobar si todas sus partes están correctamente colocadas, y si no existe ningún defecto en la máscara que pueda interferir a su correcto funcionamiento.

5.18.2 PRUEBA DE LAS VALVULAS DE CHECK.

Para probar el funcionamiento correcto de las válvulas de check de entrada proceda en la siguiente forma:

Colóquese su máscara correctamente adaptada a su cara y ajustada a ésta mediante los dispositivos de fijación con los que la máscara cuenta; conecte la máscara al regulador; si en estas condiciones es imposible para usted exhalar el aire, quiere decir que las válvulas de check de entrada estan obstruidas, son defectuosas o estan incorrectamente colocadas.

5.18.3 PRUEBA DE LA VALVULA DE SALIDA:

Para probar la válvula de salida, proceda en la siguiente forma: Con su máscara conectada al regulador coloque el botón de control de presión en los reguladores de control manual, en la posición de "SEGURIDAD", y la manija situada en el extremo derecho del regulador en la posición de "TEST" (prueba), en los casos de regulador de control automático; después haga una inspiración profunda y detenga su respiración: en este momento el oxígeno no debe entrar más a la máscara; si el oxígeno continúa fluyendo, ésto indica que la máscara no esta correctamente ajustada, que la válvula de salida tiene una fuga, o que el tubo que conecta la máscara al regulador, o éste último, tiene igualmente una fuga; ésta prueba puede ser hecha tanto en la posición de "OXIGENO NORMAL" como en la posición de "OXIGENO 100%".

No se debe emplear una máscara de flujo contínuo o de dilución-demanda con un regulador de presión-demanda ni una máscara de presión-demanda con reguladores de flujo continuo o de dilución-demanda.

5.19 UNIDADES PORTATILES DE PRESIO-DEMANDA:



Fig. No. 47.

Unidad portátil de oxígeno de presión-demanda.

Las unidades portátiles de oxígeno de presión-demanda (Fig. No. 47) consisten en un cilindro de 11 pies^3 de capacidad de alta presión, provistos de un regulador de presión-demanda de control manual, de un manómetro indicador de la presión y de dispositivos para su transporte por medio de correas por la persona que use el equipo. El regulador que se provee con estas unidades no es de dilución por lo que proporciona una cantidad de oxígeno puro en relación con la posición en la que coloque el botón para control de presión.

Este botón que se opera manualmente, tiene 4 diferentes posiciones: de acuerdo con la altitud de la cabina las posiciones en que debe colocarse el botón de control son las siguientes:

Cuando la altitud es de:	El botón de control de presión debe colocarse en posición de:	La presión a la que el oxígeno llega a la máscara es de:
Hasta 30,000'	Normal	la misma presión que la ambiental.
30,000 a 40,000'	30 M'	2 pulg./H_2O *
40,000 a 42,000'	42 M'	6 pulg./H_2O
42,000' o más	Emergencia	13 pulg./H_2O

* Pulg./H_2O = Pulgadas de agua.

PRECAUCION:

Una vez que se ha terminado la utilización de la unidad portá-

til, debe cerciorarse de que el botón de control de presión quede colocado en la posición "NORMAL". Igualmente se recomienda revisar con frecuencia, mientras se utiliza esta unidad, el manómetro de presión para conocer las reservas de oxígeno en el cilindro, ya que en virtud de que el regulador no posee mecanismo de dilución, el consumo de oxígeno, especialmente por abajo de los 21,000' es considerable; cuando la presión del manómetro indique 100 lbs./pulg.^{2} o menos, proceda a recargar la unidad para que pueda seguir utilizándose.

5.20 Sistemas para abastecimiento de oxígeno en algunos aviones de transportes público empleados en México.

INTRODUCCION:

Los sistemas para abastecimiento de oxígeno de los aviones empleados para el transporte público de pasajeros, se describen con todo detalle en los manuales de operación y mantenimiento de dichos aeroplanos, elaborados por las empresas fabricantes.

Sin pretender con ello substituir la utilización de dichos manuales, se incluyen en este material de información, en una forma simplificada, la descripción de los componentes de los sistemas de oxígeno y su funcionamiento en los diferentes aviones, para conocimiento de los estudiantes, tripulantes de vuelo, médicos examinadores de aviación y las personas interesadas a quienes este material está destinado, y quienes por no volar los aviones descritos, o aún ser ajenos a la industria aeronáutica, no tienen acceso a los citados manuales.

Para describir los sistemas de abastecimiento de oxígeno de los diferentes aviones se procederá en el orden en que se han descrito los componentes básicos de los sistemas de oxígeno en general.

Los aviones incluidos en la presente descripción son:

Douglas DC-6B
Douglas DC-8
Douglas DC-9
Comet 4-C
Boeing - 707
Boeing - 720
Boeing - 727
Boeing - 737

5.20.1 CARACTERISTICAS GENERALES.

Los sistemas de abastecimiento de oxígeno en los aviones que se describen en este trabajo presentan características generales que les son comunes; estos son:

a) Los sistemas de abastecimiento son dobles, es decir, uno es para abastecimiento de los tripulantes en la cabina de pilotaje, y otro para abastecimiento de los pasajeros.

b) El abastecimiento para los pasajeros a su vez está diseña-

do para proveer de oxígeno en caso de primeros auxilios y en caso de emergencia, cuando la altitud de la cabina alcanza la altitud de 10,000' o más.

c) A excepción del DC-6B, el sistema de abastecimiento de oxígeno de emergencia para pasajeros está provisto de máscaras especiales de flujo continuo, contenidas en compartimientos especiales, a fin de proveer automáticamente de oxígeno a cada pasajero en el caso de que la altitud de la cabina exceda de 10,000' o más;

d) A excepción del DC-6B que cuenta con reguladores de dilución-demanda, todo los demás aviones incluidos en esta descripción están provistos de reguladores de oxígeno de presión-demanda de control automático, en el sistema de abastecimiento de oxígeno para los tripulantes en la cabina de pilotaje.

5.21 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE OXIGENO EN LOS AVIONES DOUGLAS -- DC-6B.

5.21.1 SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE OXIGENO PARA TRIPULANTES EN LA - CABINA DE PILOTAJE.

RECIPIENTES DE ALMACENAMIENTO: El oxígeno para abastecimiento de los tripulantes en la cabina de pilotaje del DC-6B está contenido en estado gaseoso en un cilindro de 38.4 pies^3 de capacidad, de alta presión.

El cilindro está provisto de una válvula de cierre y apertura, la cual antes del vuelo debe siempre encontrarse en posición de "ABIERTA".

En algunas empresas se recomienda que esta válvula se encuentre frenada con alambre de cobre en esta posición. Cuenta además con un manómetro que indica la presión del gas en su interior, la cual debe ser de 18x50 lbs./pulg^2. Cuando éste está lleno; viene provisto también con una válvula - reductora de presión y una válvula de relevo para disminuir la presión dentro del cilindro cuando por expansión térmica se eleva peligrosamente la presión - del gas dentro del cilindro.

SISTEMA DE CONDUCCION. Por medio de un sistema de tuberia el oxígeno se transporta a 3 o 4 estaciones en la cabina de pilotaje, situadas - en el lugar del piloto, copiloto y el operador de sistemas; en ocasiones la - 4a. estación se emplea para proveer de oxígeno a un observador en la cabina.

REGULADORES.- Cada estación del sistema de abastecimiento de oxígeno en la cabina de pilotaje está provista de un regulador de dilución-demanda, el cual como ya se dijo antes, cuando el control de dilución está -- en la posición de "NORMAL", provee oxígeno diluido con aire de la cabina hasta una altitud de 34,000'; pero cuando el control de dilución está colocado - en la posición de "OXIGENO 100%" provee este gas en estado puro, y a una concentración ascendente de acuerdo con la altitud de la cabina. Algunas empresas recomiendan a los tripulantes mantener el control de dilución en la posición de OXIGENO 100% en forma continua, a fin de proveerlos con oxígeno puro. El regulador está provisto además de una válvula de emergencia, la cual como también ya se mencionó, cuando se opera provee una corriente continua de oxígeno hacia la máscara aumentando grandemente el consumo de este gas, por lo - que debe usarse solo en los casos en que se indicó previamente.

INDICADOR DEL FLUJO DE OXIGENO: Contiguo a cada regulador se encuentra un indicador de flujo de oxígeno el cual como ya se mencionó nó indica la cantidad de oxígeno que fluye del regulador, ni si ésta es adecuada o no para la altitud a la que se está volando, sino solo señala el pase del oxígeno del regulador a la máscara; opera con el sistema de "parpadeo" (blinker) abriéndose durante la inspiración y cerrándose durante la espiración; cuando se opera la válvula de emergencia éste indicador permanece abierto ya que como antes se dijo, en ese caso la corriente de oxígeno que se provee a la máscara se continua. También junto a cada regulador se provee un indicador de presión para señalar las reservas de ese gas en el cilindro.

MASCARAS PARA ABASTECIMIENTO DE OXIGENO: Cada estación del sistema de abastecimiento de oxígeno en la cabina vá provisto de una máscara del tipo de dilución-demanda antes descritas, unida al regulador con un tubo de hule flexible. Las máscaras cubren la nariz y la boca y está provista con micrófono para intercomunicación.

UNIDAD PORTATIL DE OXIGENO: En la cabina de pilotaje se encuentra una unidad portátil de oxígeno de 11 pies^3 de capacidad de alta presión, provista de un manómetro indicador de la presión del gas en su interior la cual debe ser de 1850 lbs./pulg^2. Cuando está lleno; lleva además un regulador que puede ser de dilución-demanda o simplemente de demanda, proporcionado en este último caso, oxígeno puro a una concentración cada vez mayor de acuerdo con la altitud de la cabina. Esta unidad cuenta además con el dispositivo para recargar de oxígeno por medio del cual se llena cuando la presión en su interior indica que se ha consumido el oxígeno parcial o totalmente.

5.21.2 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE OXIGENO PARA PASAJEROS.

El sistema de abastecimiento de oxígeno a los pasajeros a bordo del avión Douglas DC-6B varía de acuerdo con las necesidades operacionales de los aviones por las diferentes empresas, pudiendo sin embargo decirse que existen 3 tipos de sistemas fijos; la diferencia entre uno y otro radica en el tipo de reguladores existentes en el sistema; estos son:

a) Sistema equipado con regulador de flujo continuo de control manual o automático.

b) Sistema equipado con uno o dos reguladores compensados con la altitud.

c) Sistema equipado con 4, 5 o 7 reguladores instalados en serie y cuyo funcionamiento esta igualmente compensado con la altitud.

RECIPIENTES DE ALMACENAMIENTO.

El oxígeno para abastecimiento de los pasajeros en el avión Douglas DC-6B se almacena en estadó gaseoso en dos cilindros, uno de 107 pies^3 de capacidad y otro de 48.3 pies^3 de capacidad ambos son de alta presión y estan provistos de una válvula de cierre y apertura la cual debe mantenerse normalmente antes del vuelo en posición de "ABIERTA"; algunos operadores mantienen la válvula en esta posición frenándola permanentemente con alambre delgado de cobre; en la cabeza de los cilindros se encuentra además un manómetro indicador de la presión del gas en el interior de éstos, el cual debe señalar 1850 lbs./pulg^2. cuando están llenos; vienen equipados igualmente con una vál

vula de relevo para permitir el escape del oxígeno cuando por expansión térmica la presión del gas en el interior de éstos sube peligrosamente; cuentan además con una válvula reductora de presión.

SISTEMA DE CONDUCCION.

Los cilindros de oxígeno estan conectados por medio de tuberías a los diferentes tipos de reguladores existentes en el avión, y de los reguladores salen además los conductos para transportar el oxígeno a los orificios de salida situados en la parte de afuera y a los lados de los asientos, en la pared del avión, en donde se conectan las máscaras.

REGULADORES.

El sistema equipado con reguladores de flujo continuo de control de manual o automático consiste en un regulador, adaptado a la cabeza del cilindro, del tipo de flujo continuo que ya se han descrito anteriormente, los cuales operan mediante control manual ajustando el botón de control de presión a la altitud de la cabina o mediante control automático proveyendo una mayor presión del oxígeno a medida que la altitud de la cabina aumenta.

En el sistema de abastecimiento de oxígeno provisto de un regulador compensado con la altitud, dicho regulador está adaptado a la salida del cilindro y opera automáticamente cuando la altitud de la cabina en el avión alcanza 10,000' o más; automaticamente a mayor altitud de la cabina, el regulador provee una mayor presión de oxígeno que se distribuye al sistema de conducción y llega a las máscaras mediante la conexión de éstas en los orificios de salida situados en la parte lateral y externa de los asientos.

En el sistema de aprovisionamiento de oxígeno en el que se usan 4, 5 o 7 reguladores conectados en serie, estos están situados en la parte superior y externa de la cabina y funcionan de la misma manera que el regulador descrito en el parrafo anterior, es decir automaticamente provee un flujo de oxígeno cuando la altitud de la cabina es de 10,000' o más, siendo la presión de dicho flujo progresivamente mayor cuando mayor es la altitud de la cabina. Estos reguladores estan conectados a su vez con los orificios de salida del oxígeno que como antes se dijo estan localizados en las partes laterales externas de los asientos.

MASCARAS DE ABASTECIMIENTO DE OXIGENO A LOS PASAJEROS.

Las máscaras empleadas para abastecer de oxígeno a los pasajeros a bordo del avión Douglas DC-6B son del tipo de flujo continuo, oronasales, empleandose a la fecha de los modelos semi-desechables manofacturados con materiales plásticos sintéticos; estan conectados a la salida del sistema de conducción del oxígeno mediante un sistema en bayoneta.

6.21.3 UNIDADES PORTATILES DE OXIGENO.

Las unidades portátiles de oxígeno existentes a bordo de los aviones Douglas DC-6B estan destinados para abastecer de este gas a los pasa

jeros cuando por indisposición física de uno o más de ellos, se requiere el abastecimiento de oxígeno para primeros auxilios; algunos operadores de - - aviones Douglas DC-6B han substituido erroneamente los sistemas fijos anteriormente descritos para abastecimiento de oxígeno a los pasajeros por las unidades portátiles, aduciendo para ello que dada la altitud a la que estos aviones operan normalmente es factible realizar un descenso a una altitud - menor en la que la concentración de oxígeno en el aire atmosférico sea compatible con la vida y seguridad de los pasajeros; debe reconocerse sin embargo que pueden presentarse condiciones particulares de un vuelo, en el -- que por limitaciones meteorológicas, de tránsito áereo, o naturaleza del terreno sobre el que se vuela sea imposible realizar un descenso, en cuyo caso los pasajeros estarán sujetos a un riesgo grave de hipoxia, ya que el número de unidades portátiles disponibles para el abastecimiento adecuado de oxígeno que se requiere a la altitud del vuelo, es insuficiente; en resumen todos los operadores de aeronaves Douglas DC-6B deberan mantener en operación normal cualquiera de los 3 sistemas fijos para abastecimiento de oxígeno a los pasajeros, y además las unidades portátiles para abastecimiento de oxígeno existentes a bordo que se destinaran para primeros auxilios, y - para abastecimiento de emergencia a sobrecargos, cuando éstas tengan que -- abandonar su posición a bordo del avión, a una altitud de cabina mayor de - 10,000'.

Las unidades portátiles para abastecimiento de oxígeno consisten en 4 o 5 cilindros de 11 pies^3 de capacidad, de alta presión, provistos de un manómetro indicador de la presión del gas en su interior, el cual debe señalar 1850 lbs./pulg^2. cuando están llenos; viene además provisto de un tipo de regulador especial de flujo continuo con una doble salida; una - de estas salidas generalmente marcada por los diversos operadores con una - señal escogida, provee oxígeno a baja presión (3 litros por minuto) mientras que la otra salida permite el flujo de oxígeno hacia la máscara del tipo de flujo continuo, generalmente semi-desechables estan conectadas al regulador como ya se dijo antes, mediante un sistema en bayoneta.

5.22 GENERALIDADES SOBRE EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE OXIGENO DEL AVION DOUGLAS DC-8.

Para describir en términos generales el sistema de abastecimiento de oxígeno de los aviones Douglas DC-8 se procederá en el mismo orden que se ha seguido en este material de información, para describir los - sistemas de oxígeno en general.

CARACTERISTICAS GENERALES. El avión Douglas DC-8 está dotado de un sistema para abastecimiento de oxígeno que puede considerarse doble ya que operan independientemente uno del otro; uno para los tripulantes en la cabina de pilotaje del tipo de presión-demanda, y otro de flujo continuo para abastecimiento de oxígeno a los pasajeros; éste último a su vez está destinado a una doble función; a proveer oxígeno para primeros auxilios en caso de uno o más pasajeros que por enfermedad o indisposición lo requieran, y además para abastecer de oxígeno a todos los pasajeros en caso de -- emergencia, cuando la altitud de la cabina excede los 10,000'.

RECOMENDACIONES:

1. Antes del vuelo deberán inspeccionarse los manómetros --

que indican la cantidad de oxígeno en los cilindros, tanto fijos como portátiles, la cual deberá ser de 1850 lbs./pulg^2. cuando están llenos.

2. Las válvulas de los cilindros deberán encontrarse en la posición de "abiertas".

3. La dotación de oxígeno a bordo, con los cilindros llenos a la presión de 1850 lbs./pulg^2. es suficiente para proporcionar oxígeno durante la duración total del vuelo, más un 20%, tanto a los tripulantes como a los pasajeros.

4. Un miembro de la tripulación (capitán o copiloto) deberá emplear en forma continua su equipo de oxígeno cuando la altitud del vuelo es de 35,000' o más; los demás miembros de la tripulación en la cabina de pilotaje deberán colocar sus máscaras en la posición de "listas para usarse" en estas condiciones.

RECIPIENTES DE ALMACENAMIENTO:

A borde del DC-8 existen regularmente 4 cilindros de oxígeno fijos y 5 cilindros portátiles; todos son de alta presión por lo que cuando están llenos, los manómetros de cada uno deben indicar una presión de 1850 lbs./pulg^2.

El cilindro de oxígeno que sirve para el abastecimiento de este gas a los tripulantes en la cabina de pilotaje es de 73 pies cúbicos de capacidad y está situado horizontalmente, sujeta al piso del avión en la cabina de pilotaje, junto al mamparo que separa ésta del lounge; cuenta con una llave para abrirlo o cerrarlo, y al igual que todos está provisto de una válvula reductora de presión y un manómetro indicar de la presión del oxígeno en su interior.

Un segundo cilindro fijo, de 63 pies cúbicos de capacidad, está situado en el lado izquierdo del avión, atrás de la puerta de acceso de los pasajeros de la clase turista, en el compartimiento de abrigos; está destinado a una doble finalidad: abrir las compuertas del compartimiento de máscaras en los respaldos de los asientos de la cabina de pasajeros, y además para abastecer de oxígeno para primeros auxilios cuando éste se requiera.

Los dos últimos cilindros fijos estan colocados bajo el revestimiento de la cabina, en el techo; son de 63 piés cúbicos de capacidad y su función es abastecer de oxígeno a los pasajeros en caso de emergencia, cuando la altitud de la cabina excede de los 10,000'.

Existe un cilindro portátil de oxígeno en la cabina de pilotaje para uso de los tripulantes, cuando éstos por cualquier razón han de abandonar la cabina; los otros cuatro cilindros portátiles están en la cabina de pasajeros y tienen por objeto abastecer de oxígeno a estos en caso de primeros auxilios, cuando no se quiere emplear el sistema de abastecimiento fijo, y para uso las sobrecargos cuando éstas tienen que abandonar su asiento para desempeñar alguna función. Todos son de 11 pies cubicos de capacidad.

SISTEMAS DE CONDUCCION:

El oxígeno que sale del cilindro para abastecer a los tripu-

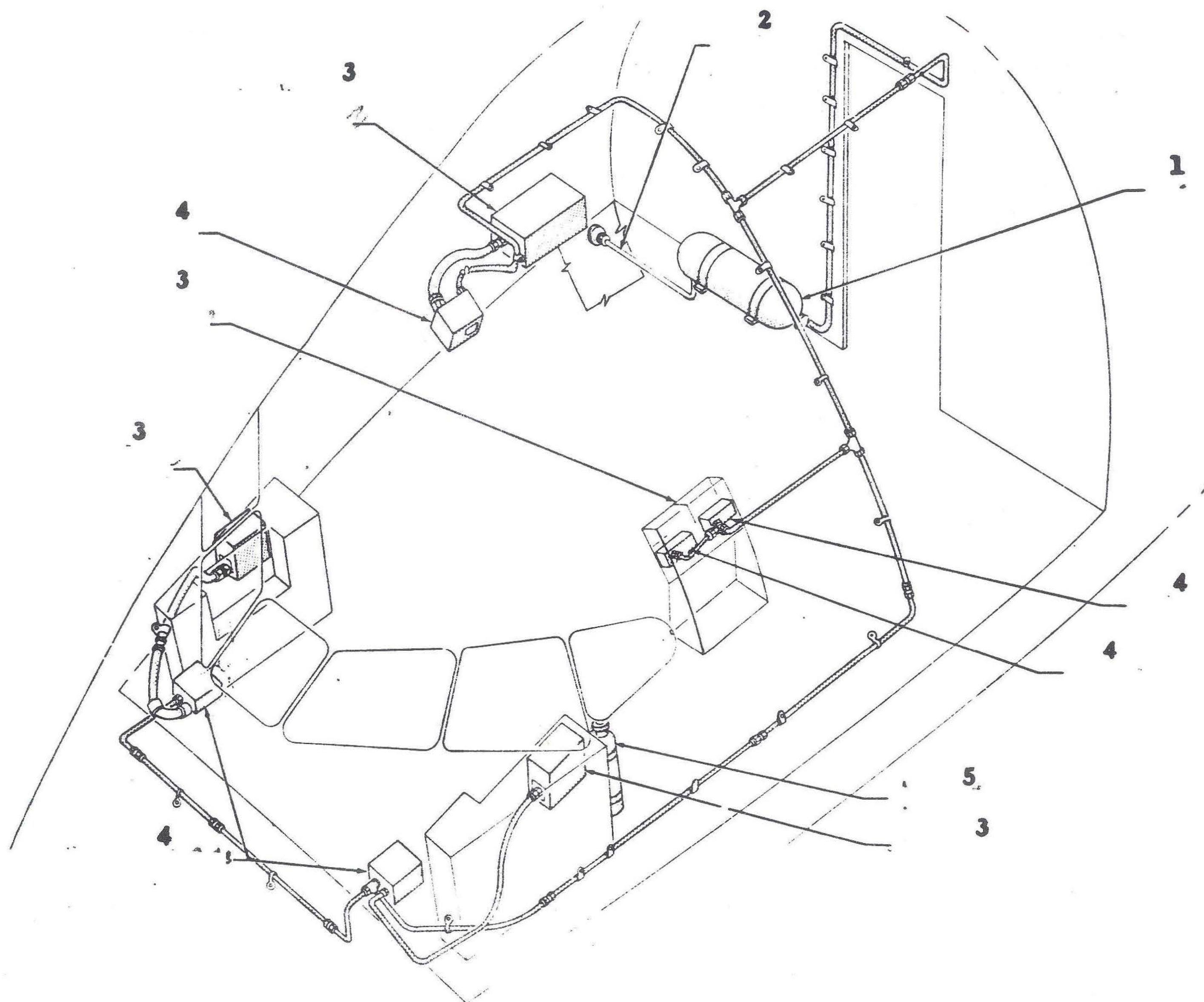


Fig. No. 48. Representación esquemática del sistema para abastecimiento de oxígeno a los tripulantes en el avión Douglas DC-8.

1. Cilindro de oxígeno. 2. Válvula de relevo.- 3. Compartimiento de máscaras.- --
4. Reguladores de presión-demanda.- 5. Unidad portátil de oxígeno.

lantes, es distribuido mediante un sistema de tubería a 4 o 5 "estaciones" - diferentes en la cabina de pilotaje; dichas "estaciones" son: para el capitán, el copiloto, el operador de sistemas y otras dos contiguas situadas - - atrás y del lado izquierdo de la cabina destinadas al observador y al navegante (ésta última generalmente está suprimida (Fig. No. 48).

En la cabina de pasajeros los cilindros, tanto el de primeros auxilios como los dos de emergencia, están conectados a un ducto que corre a todo lo largo de la cabina de pasajeros por el interior del descansabrazos exterior tanto del lado derecho como del izquierdo. De este ducto, y por medio de mangueras flexibles, se abastece a cada uno de los asientos en que se encuentran las máscaras. Se cuenta además con abastecimiento de oxígeno a cada uno de los compartimientos sanitarios y a los asientos de las -- sobrecargos.

REGULADORES.

El sistema para abastecimiento de oxígeno a los tripulantes en la cabina de pilotaje incluye un regulador de presión-demanda de control automático en cada uno de las "estaciones" ya citadas en esta cabina; en paginas anteriores se describió la configuración y funcionamiento de dichos reguladores, por lo que no se describirán nuevamente.

En el sistema de abastecimiento de oxígeno a los pasajeros a bordo del DC-8 se incluyen una serie de reguladores especiales y válvulas, que es preciso describir a grandes razgos para entender su funcionamiento. (Fig. No. 49).

REGULADOR DE DOS PASOS DEL CILINDRO DE PRIMEROS AUXILIOS.

En el cilindro de oxígeno destinado para abastecer de este a los pasajeros en caso de primeros auxilios, va conectado un regulador de dos pasos que automáticamente ajusta la presión de salida del cilindro a 70 - -- $lbs./pulg^2$. en el primer paso, y a 10 $lbs./pulg^2$. en el segundo.

VALVULA SOLENOIDE.

Contiguo al regulador de dos pasos antes descrito, se encuentra una válvula solenoide normalmente cerrada, que vá conectada al primer paso de dicho regulador en donde la presión de oxígeno es de 70 $lbs./pulg^2$. Esta válvula se abre automáticamente mediante una corriente eléctrica de 28 - Volts. DC que genera un interruptor situado en la estación del operador de - sistemas; dicho interruptor cierra el circuito de dos maneras; automaticamente, mediante la expansión de un aneroide cuando la cabina alcanza una altitud de 10,000, o manualmente cuando el operador de sistemas actua un interruptor en paralelo para tal objeto. La corriente así generada pasa a través de un ciclador que permite el paso de esta corriente solo durante un lapso de - 22 segundos para energizar la bobina de la válvula solenoide y hacer que ésta se abra.

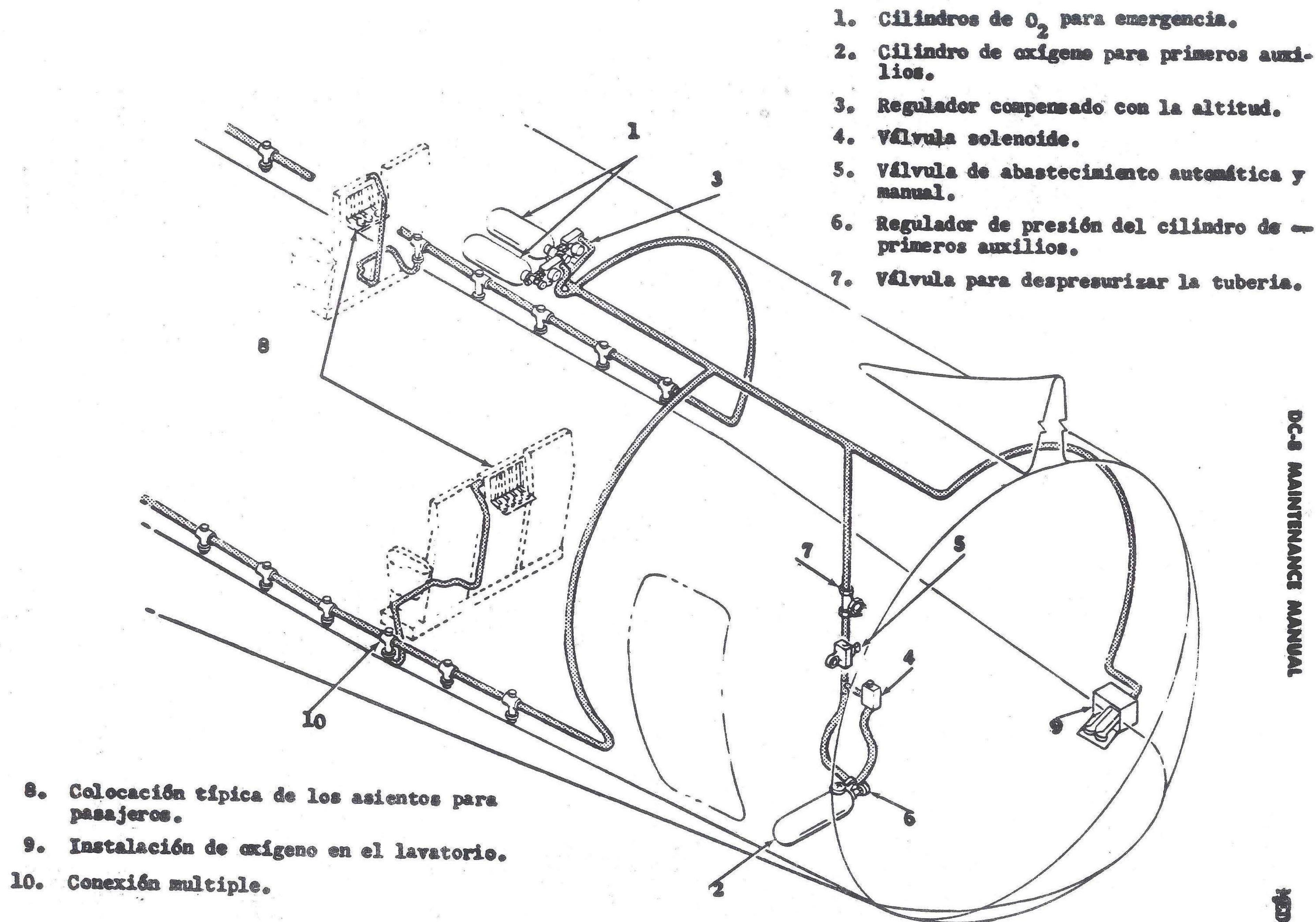


FIG. No. 49. Representación esquemática del sistema para abastecimiento de oxígeno a los pasajeros en el avion DC-8.

VALVULA DE ABASTECIMIENTO AUTOMATICO Y MANUAL.

En conexión con la válvula solenoide y con el segundo paso -- del regulador (10 lbs./pulg^2.) del cilindro de primeros auxilios, se encuentra una válvula de check que tiene en su salida un manómetro para indicar la presión a la que fluye el oxígeno a los ductos; esta válvula puede colocarse en 3 posiciones diferentes: normalmente debe estar colocada siempre en posición de "AUTOMATICA"; manualmente puede colocarse en posición de "ABIERTA" así como en la posición de "RE-SET" (re-armar); en la primera posición la -- válvula se abre unicamente con una presión de 70 lbs./pulg^2. que proviene - del primer paso del regulador del cilindro de primeros auxilios a través de la válvula solenoide cuando ésta se abre mediante la energía eléctrica generada automáticamente con la expansión del aneroide si la altitud de la cabina es de 10,000', o manualmente cuando el operador de sistemas actúa el interruptor y cierra el circuito eléctrico en su estación; al pasar el oxígeno a esta presión a los ductos, opera otra válvula que abre las compuertas del -- compartimiento de máscaras en los asientos, la cual se describre más adelante; la posición de "ABIERTA" se logra manualmente cuando la sobrecargo u - - otro miembro de tripulación actúa la válvula a ésta posición; en este caso - la válvula se conecta directamente con el segundo paso del regulador de primeros auxilios y deja pasar oxígeno hacia los ductos a una presión de 10 - - lbs./pulg^2. ;ésta presión no es suficiente para actuar la válvula de check - que abre las compuertas del compartimiento de máscaras, por lo que en caso - de que se requiera han de ser abiertas manualmente para que el oxígeno fluya a las máscaras para primeros auxilios. La tercera posición de RE-SET (re- - armar) se coloca manualmente cuando después de haber usado el sistema de oxígeno que contiene; para ello, mientras se mantiene la válvula en ésta posición, la sobrecargo oprime un vástago de otra válvula que va contigua a la - de abastecimiento automático y manual, que permitirá que el oxígeno de la tubería escape a la cabina, lo que se comprobará cuando la presión en el manómetro indique 0 lbs./pulg^2.

VALVULA DE CHECK ACTUADORA DE LA COMPUERTA DEL COMPARTIMIENTO DE MASCARAS.

En los respaldos de los asientos centrales en clase turista, y en los del asiento del pasillo en primera clase se encuentran los compartimientos de máscaras para abastecimiento de oxígeno a los pasajeros; dichos compartimientos están cerrados por una compuerta que se abre por la acción - de una válvula de check que opera de dos maneras: automáticamente cuando la presión de oxígeno en los ductos alcanza un valor de 13 a 35 lbs./pulg^2, o - manualmente mediante un mecanismo exterior que actúa directamente sobre la - válvula al oprimir un tapón de hule colocado en el respaldo del asiento.

VALVULA DE SALIDA DE OXIGENO A LAS MASCARAS.

Es una válvula de check común y corriente cuyo vástago opera por la acción de un pasador. Cuando el pasajero saca la máscara del compartimiento, el pasador sale de la válvula, el vástago de ésta baja y permite - el paso de oxígeno hacia la máscara; cuando la máscara se coloca nuevamente en el compartimiento y el pasador se introduce en el cuerpo de la válvula, - el vástago de ésta sube y cierra el flujo de oxígeno hacía la máscara.

VALVULA DE SALIDA DE OXIGENO A LA MASCARA DE PRIMEROS AUXILIOS.

Es una válvula de disco que tiene un disco fijo y otro móvil este último se mueve mediante una perilla. Al mover el disco móvil se alinea uno, de varios agujeros de diferentes dimensiones, que comunica la entrada de la máscara con la salida de oxígeno; las dimensiones del orificio determinan la cantidad de oxígeno que se abastece al pasajero.

REGULADOR DE PRESION DE OXIGENO COMPENSADO POR ALTURA DE LA CABINA.

En cada uno de los cilindros de oxígeno para emergencia colocados en el techo de la cabina, inmediatamente después de la válvula para abrir los cilindros, va colocado un regulador de presión; este regulador abre o cierra automáticamente el paso del oxígeno de los cilindros hacia las máscaras de emergencia, en relación con la presión de la cabina; este regulador posee una manija que normalmente va frenada con alambre de cobre muy delgado en la posición de "AUTOMATICO" aunque puede moverse a la posición de "MANUAL" en caso de falla del regulador.

Dependiendo de la presión de la cabina, el regulador puede proporcionar una presión de oxígeno a las máscaras que varía desde 0 hasta 90 lbs./pulg^2., y está equipado con una válvula de relevo ajustada a un máximo de 150 lbs./pulg^2. para limitar a esa presión la corriente de oxígeno que se envía a los ductos, en caso de falla del regulador.

Comienza a proporcionar oxígeno automáticamente cuando la altitud de la cabina asciende entre 11,500' y 12,500', y cesa el abastecimiento de oxígeno también automáticamente, cuando la altura de la cabina desciende de entre 6,000 y 9,000 pies.

La presión del oxígeno y el flujo de éste hacia las máscaras que provee este regulador de acuerdo con la altitud de la cabina, se expresa en la siguiente tabla:

Cuando la altitud de la cabina es de:	La cantidad de oxígeno que fluye a las máscaras es de:	La presión del O_2 a la salida del regulador es de:
Nivel del mar	0 Lts/min.	0 Lbs/pulg^2.
7 - 10 M'	0 " "	8.5-10 Lbs/pulg^2.
12 M'	0 " "	10.5-13.5
14 - 15 M'	155 " "	18.7-21.5 Lbs./Pulg^2.
20 M'	255 " "	35.8-37.5 " "
25 M'	290 " "	60.9-64.0 " "
35 M'	425 " "	72.1-75.7 " "
40 M'	500 " "	80.5-89.3 " "

MASCARAS PARA ABASTECIMIENTO DE OXIGENO.

Las máscaras para abastecimiento de oxígeno a los tripulantes del DC-8 son del tipo de presión-demanda ya descritas. Existe una máscara en cada "estación" en la cabina de pilotaje. Estan unidas al regulador de presión-demanda por medio de un tubo de hule extensible resistente -

a la flexión. (Fig. No. 43).

En los respaldos de los asientos centrales de la cabina de pasajeros dispuestos para clases turista, existen 4 máscaras, de las cuales unas es para abastecer oxígeno para primeros auxilios a la persona que lo requiera, y la otras 3 proveen oxígeno de emergencia en el caso de pérdida de la presurización de la cabina.

En los respaldos de los asientos del lado del pasillo de las cabinas dispuestas para primera clase existen 3 máscaras de las cuales igualmente, una es para primeros auxilios y las otras dos, para abastecer oxígeno de emergencia.

Las máscaras están contenidas en un compartimiento especial para tal objeto, el cual está cubierto con una tapa o compuerta que como ya se citó antes puede actuarse automática o manualmente.

Las máscaras son del tipo de flujo continuo y están fabricadas de material ahulado sintético; están unidas al ducto de oxígeno mediante un tubo delgado de hule que está doblado en el interior del compartimiento.

PROCEDIMIENTO PARA ABASTECER DE OXIGENO DE PRIMEROS AUXILIOS A LOS PASAJEROS.

En el caso de que un pasajero a bordo del DC-8 manifieste signos o síntomas de indisposición o enfermedad que ameriten el uso del oxígeno para el alivio de sus molestias, se podrá proporcionar éste mediante el empleo de los equipos portátiles existentes en el avión, o empleando el sistema fijo para tal fin.

Se describe enseguida el procedimiento a seguir empleando el sistema fijo para abastecimiento de oxígeno de primeros auxilios.

NOTA: Como se describe en otro capitúlo (Vease: Emergencias médias más comunes a bordo) al encontrarse un pasajero indispuesto o enfermo, la sobrecargo tratará de determinar de que se trata; colocará al pasajero en la posición más cómoda en la que éste se pueda sentir mejor y procederá a solicitar la presencia de algún médico a bordo para que le aconseje lo que se debe hacer para aliviar la condición del pasajero; en el caso de que éste no sea posible, usará sus propios conocimientos y procederá a ministrarle oxígeno de primeros auxilios al pasajero conforme el siguiente procedicmiento: Fig. No. 50.

1.- Deberá ir a la parte trasera del avión para colocar la válvula de abastecimiento automáitco y manual en la posición de "ABIERTA" (open) con lo que se logrará el paso de oxígeno del cilindro de primeros auxilios, a una presión de 10 lbs./pulg^2. hacia los ductos de abastecimiento de las máscaras.

2.- Como la presión de 10 Lbs./pulg^2. no es suficiente para actuar las compuertas de los compartimientos de la máscara (recuerdese que requieren una presión entre 13 y 35 lbs./pulg^2.) la sobrecargo irá al asien

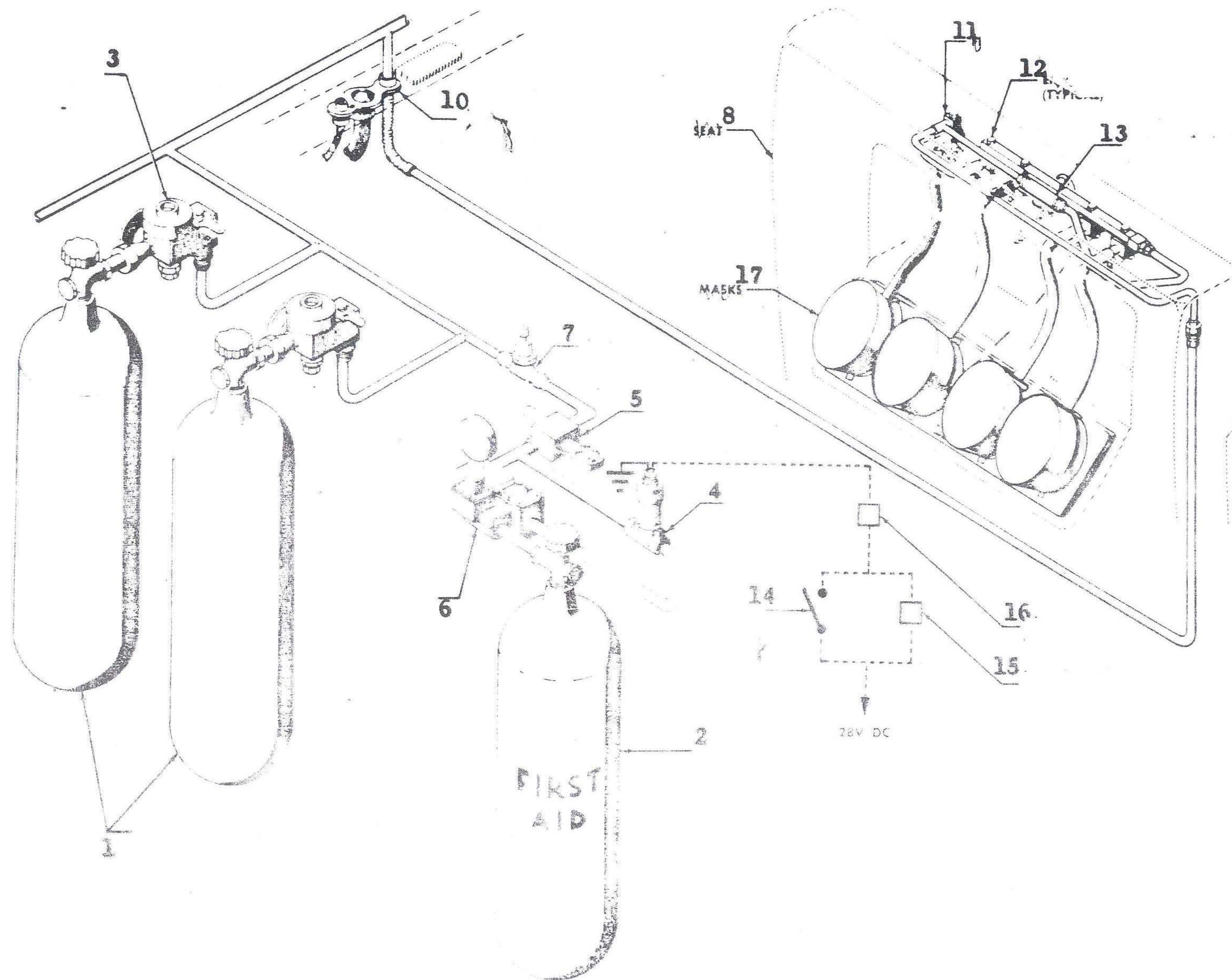


Fig. No. 50. Representación esquemática del funcionamiento del sistema de oxígeno para pasajeros en el avión DC-8.

1,2,3,4,5,6,7,8 y 10 igual que en la Fig. No. 49. 11. Salida de O_2 para primeros auxilios. 12. Salida de O_2 para emergencia. 13. Válvula de check actuadora de la compuerta del compartimiento de máscaras. 14. Interruptor para cierre manual del circuito eléctrico. 15. Interruptor aneroide. 16. Cicleador. 17. Máscaras.

to en donde está el pasajero enfermo y quitará la parte superior del respal do del asiento situado frente al pasajero enfermo (asiento del pasillo si es primera clase o asiento central si es clase turista).

3.- Al quitar la tapa, queda expuesto un tapón de hule que al oprimirse apera manualmente el mecanismo de la válvula de check, con lo cual el oxígeno pasa a través de ésta y destraba el mecanismo de la tapa del compartimiento de las máscaras.

4.- Junto a la máscara de primeros auxilios va colocada una válvula (válvula de disco) para abrir el paso del oxígeno hacia la máscara; normalmente está colocado en la posición de "OFF" (cerrado) pero tiene otras tres posiciones más que son "SUP", "LOW" (baja presión) y "HIGH" (alta presión). Cuando se coloca la válvula en la posición de "SUP" se abastece a la máscara con una presión de oxígeno equivalente a la presión parcial de dicho gas a la altitud de 6,000 o 7,000 pies; como normalmente la altitud de la cabina está ajustada a estas cifras la cantidad de oxígeno que se provee al pasajero en esta posición es muy escasa; ésta posición debe emplearse cuando la sobrecargo compruebe que el pasajero no esta realmente requiriendo el oxígeno, si no que se encuentra muy "nervioso" y el uso del oxígeno en esta concentración va a actuar más bien psicológicamente.

Al colocar la válvula en posición de "LOW" se abastece al pasajero con una presión de oxígeno equivalente a la que este gas ejerce a la altitud de 3,000 o 5,000' y al colocarla en posición "HIG" se abastece al pasajero con una presión equivalente a la que este gas ejerce a nivel del mar.

5.- Una vez que la sobrecargo ha colocado la válvula en la posición deseada, debe separar la máscara de su compartimiento, lo cual hace que jale un pequeño pasador que va unido a la máscara con un cordón y que al salir abre la válvula de check para permitir el paso del oxígeno hacia la máscara. La sobrecargo colocará dicha máscara en la cara del pasajero cubriendo la nariz y la boca, con lo cual éste recibirá oxígeno puro en cantidad correspondiente a la posición en que la válvula de disco antes descrita, haya sido colocada.

6.- Para cerrar la compuerta una vez que se terminó el abastecimiento de oxígeno al pasajero, se colocará primeramente la máscara en su lugar, teniendo cuidado de colocar el pasador en el orificio de la válvula de check, con lo cual el vástago de ésta sube e interrumpe el flujo de oxígeno de los ductos hacia la máscara. Después de ésto la sobrecargo deberá ir al extremo posterior de la cabina y colocará la válvula de abastecimiento automático y manual en la posición marcada "RE-SET", manteniendo la válvula en esta posición mientras oprime el vástago de otra válvula ya descrita, para despresurizar la tubería, lo cual quedará comprobado cuando el manómetro que indica la presión de oxígeno en los ductos, colocado inmediatamente después de la válvula de abastecimiento automático y manual, marque 0 lbs./pulg.^{2} . Después de ésto se cerrará la compuerta manualmente, oprimiéndola contra su marco para que el mecanismo trabe.

<u>ABASTECIMIENTO DE OXIGENO AUTOMATICO DE EMERGENCIA. (Fig. No. 50).</u>

Cuando por una emergencia la altitud de la cabina alcanza los

diez mil pies o más, la expansión del aneroide colocado en la estación del operador de sistemas, cierra el circuito que da origen a una corriente directa de 28 volts, la cual actúa a través del ciclador durante 22 segundos; como ya se dijo antes, ésta corriente puede también generarse cuando el operador de sistemas actúa el interruptor colocado para tal fin en su tablero; ésta corriente llega a la válvula solenoide y abre ésta durante ese lapso; con lo cual fluye a su través una corriente de oxígeno de 70 lbs./pulg^2. proveniente del primer paso del regulador del cilindro de primeros auxilios; el oxígeno a esta presión actúa la válvula de check para abrir la compuerta del compartimiento de máscaras en los respaldos de los asientos en que éstos se encuentran, en la cabina de pasajeros; Después de los 22 segundos la válvula solenoide se cierra pero la válvula de abastecimiento automático y manual y la válvula de check actuadora del compartimiento de máscaras continúan abiertas; cuando la altitud de la cabina está entre 11,500 y 12,500', el regulador de presión sensible a la altura de la cabina, colocado en los cilindros de emergencia situados en el techo de la misma, empieza a permitir el paso de oxígeno a su través a la presión que se indicó anteriormente de acuerdo con la altitud de dicha cabina. Al jalar el pasajero la máscara de emergencia destraba el pasador de la válvula de check, con el cual el vástago de ésta desciende, permitiendo el paso de oxígeno de los ductos hacia la máscara.

El pasajero se colocará la máscara sobre su cara cubriendo la boca y la naríz, con lo cual al respirar obtendrá oxígeno proveniente de los cilindros de emergencia a una presión en relación con la altitud de la cabina; en el caso de agotarse el oxígeno de los cilindros de emergencia, el cilindro de primeros auxilios continuará ministrando este gas hacia las máscaras, pero solo a una presión de 10 lbs./pulg^2.

5.23 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE OXIGENO EN EL AVION COMET 4C.

GENERALIDADES:

El avión Comet 4C está dotado de un sistema doble para abastecimiento de oxígeno: uno destinado a los tripulantes en la cabina de pilotaje, y otro a los pasajeros; éste último abastece de oxígeno para en caso de primeros auxilios, cuando por indisposición física de uno o más pasajeros se requiere el empleo de este gas, y para casos de emergencia cuando la altitud de la cabina asciende a 14,000' o más.

5.23.1 SISTEMA PARA ABASTECIMIENTO DE OXIGENO A LOS TRIPULANTES.

RECIPIENTES DE ALMACENAMIENTO:

El oxígeno para abastecimiento de los tripulantes está almacenado en forma gaseosa en dos cilindros de 2,250 litros de capacidad de alta presión; cada cilindro está equipado con una válvula de cierre y apertura la cual generalmente se mantiene en posición de "abierta" frenándola en esta posición con alambre delgado de cobre; cada cilindro está equipado asimismo con una manómetro que indica la cantidad de gas contenido en el interior de los cilindros, en el cual se encuentran las siguientes marcaciones: 0, 1/8, 1/4, 1/2, 3/4 y lleno; el sector de 0 a 1/8 está pintado de colo rojo; cada cilindro consta también de una válvula de relevo para liberar el gas si la presión de éste en el interior de los cilindros, excede a 2600 lbs./pulg^2.

SISTEMA DE CONDUCCION: Por medio de un sistema de tuberías el oxígeno se distribuye a 4 estaciones de la cabina de pilotaje destinados al piloto, copiloto, operador de sistemas y un observador. Fig. No. 51 y 52A

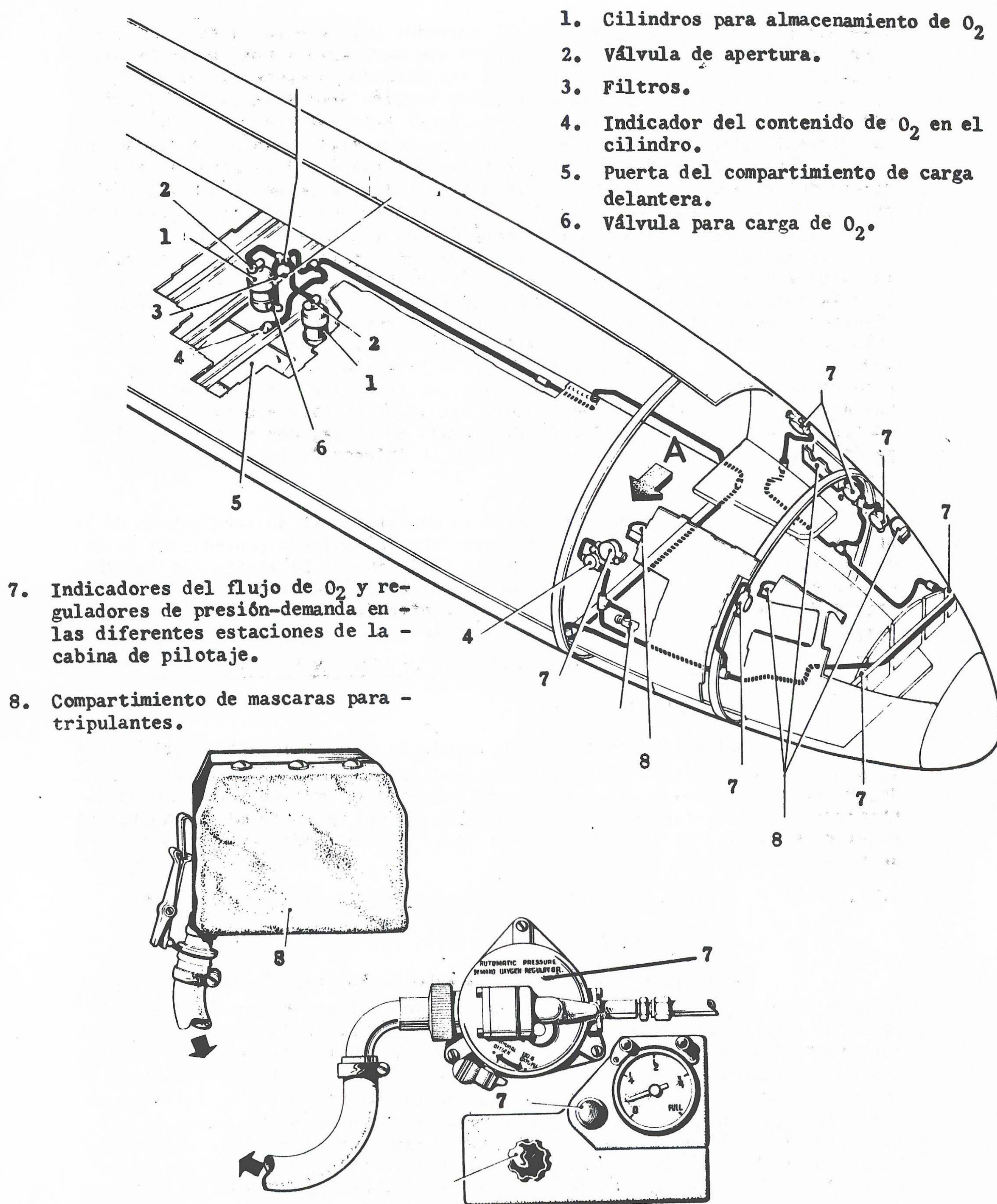


Fig. No. 51.- Representación esquemática del sistema para abastecimiento de oxígeno a los tripulantes del avión Comet - 4C

REGULADORES:

Cada estación del sistema de oxígeno en la cabina de pilotaje está dotada de un regulador del tipo de presión-demanda, el cual funciona como regulador de dilución-demanda hasta la altitud de 34,000', proveyendo oxígeno a presión por arriba de los 40,000'. Cada regulador consta de una palanca para control de dilución mediante la cual los miembros de la tripulación pueden recibir oxígeno diluido con aire de la cabina si dicha palanca se coloca en la posición de "normal", u oxígeno puro cuando la palanca se coloca en la posición de oxígeno 100%; lleva contiguo un indicador electromagnético del flujo de oxígeno con sistema de parpadeo (Blinker) en el cual aparece una carátula de color negro cuando no hay paso de oxígeno, y otra carátula con una línea vertical blanca sobre fondo negro, para indicar que el oxígeno está fluyendo del regulador hacia la máscara.

MASCARAS DE OXIGENO:

Cada estación del sistema de oxígeno en la cabina de pilotaje está provisto de una máscara del tipo de presión-demanda situada en un compartimiento especial; la máscara está conectada al regulador por medio de un tubo de hule flexible.

5.23.2 SISTEMA PARA ABASTECIMIENTO DE OXIGENO A LOS PASAJEROS.

RECIPIENTES DE ABASTECIMIENTO:

El oxígeno para abastecimiento a los pasajeros en el avión Comet 4C está almacenado en forma gaseosa en 4 cilindros localizados en el compartimiento delantero de carga; 3 de estos cilindros proveen oxígeno hacia el sistema de conducción, a baja presión, es decir a 40 lbs./pulg^2., y el cuarto abastece de oxígeno al mismo sistema de tuberías a una presión mayor, equivalente a 80 lbs./pulg^2.

Los cilindros que proveen oxígeno a baja presión son tres; dos de 1400 litros de capacidad y el tercero de 2,250 litros, todos de alta presión, provistos de una válvula de cierre y apertura generalmente frenada con alambre delgado de cobre en la posición de "abierta" Fig. No. 52-B; constan de una válvula de control manual localizada en el tablero de control del sistema de oxígeno para pasajeros situado en la estación del operador de sistemas, la cual al abrirse permite el paso del oxígeno hacia un regulador reductor de la presión, para que de allí salga hacia el sistema de tuberías a una presión de 40 lbs./pulg^2. y se distribuya tanto a las salidas de oxígeno para primeros auxilios, como a las máscaras de emergencia para pasajeros alojadas en los compartimientos de máscaras.

El oxígeno para alta presión está almacenado en un solo cilindro de 2,250 litros de capacidad, suficiente para proveer de este gas a la presión de 80 lbs./pulg^2., a todos los pasajeros y sobrecargos en la cabina durante un descenso de emergencia. Consta de una válvula de control automático y manual localizada igualmente en el mismo tablero, la cual cuando se opera en una u otra forma a la posición de abierta, permite el paso de oxígeno hacia el sistema de tubería a través de un regulador de alta presión; este oxígeno a alta presión actúa primeramente una alarma de sonido y posteriormente una válvula de check que permite la apertura de la compuerta del compartimiento de máscaras, situado arriba de cada fila de asiento de la ca-

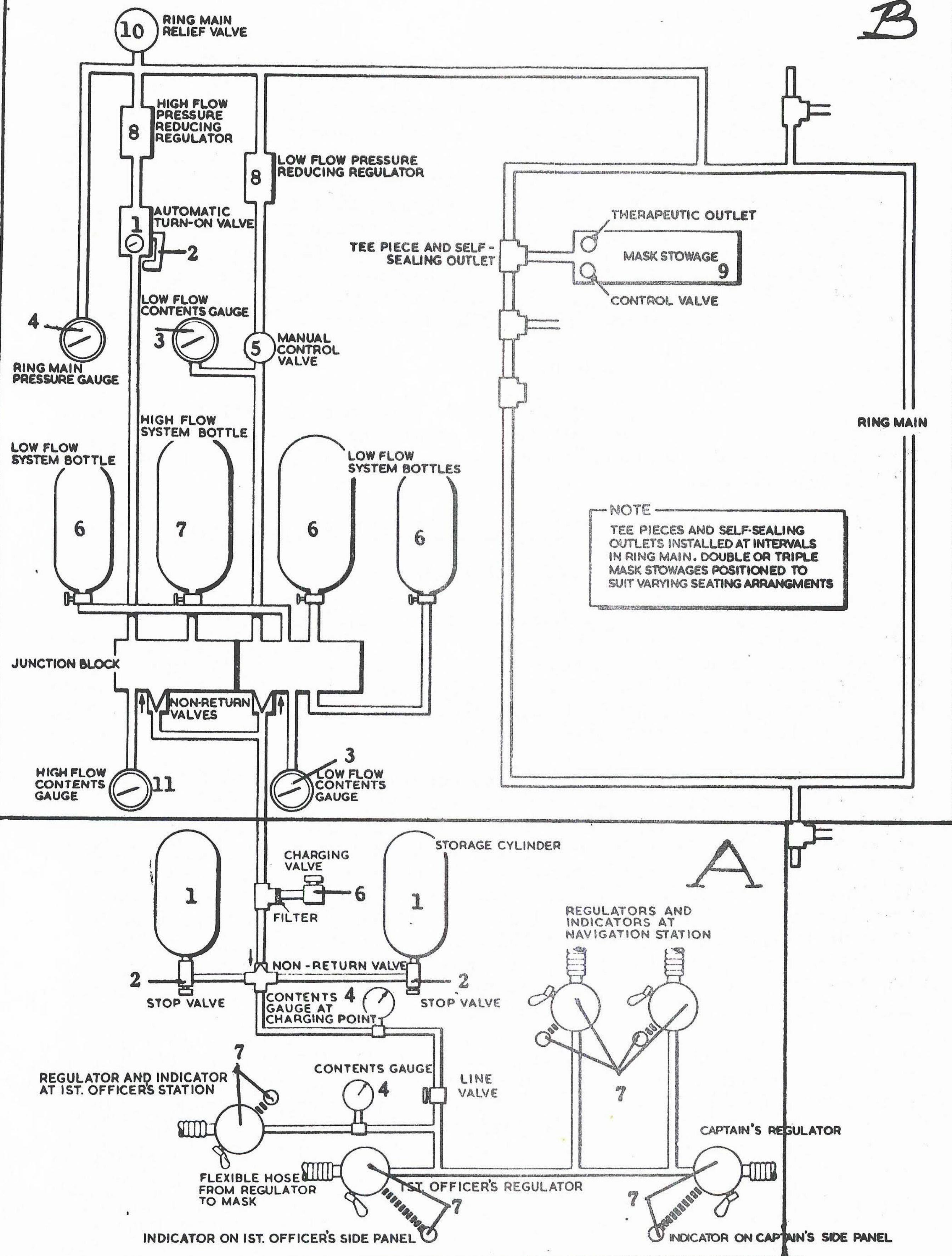


Fig. No. 52.- Representación esquematica del sistema de abstecimiento de oxígeno para tripulantes y pasajeros en el avión Comet 4-C.

A. Igual que en la figura No. 51. B. Igual que en la figura No. 53.

bina de pasajeros, en la despensa delantera, en los baños y el vestíbulo. —

SISTEMA DE CONDUCCION:

El sistema de conducción es común para los sistemas de alta y baja presión;(Fig. No. 52-B)lleva conectado un manómetro indicador de la presión en el sistema de tuberías, situado en la estación del operador de sistemas en el que se leen las siguientes marcaciones: NORMAL: 40 lbs./Pulg^2.; EMERGENCIA: 80 lbs./pulg^2.; lleva conectado además una válvula de relevo para permitir la salida del oxígeno al exterior cuando la presión de este gas en el interior de las tuberías aumenta peligrosamente; lleva igualmente interconectada una alarma de sonido la cual emite un silbido intermitente cuando se opera el sistema de alta-presión de oxígeno; dicha alarma se corta empujando manualmente un botón localizado en la parte inferior del tablero de control del sistema de oxígeno para pasajeros localizado en la estación del operador de sistemas en la cabina de pilotaje.

El sistema de conducción transporta el oxígeno a las salidas de este gas localizadas en cada fila de asientos en la cabina de pasajeros, en la despensa delantera, en los lavatorios y en el vestíbulo, en las cuales están los compartimientos para las máscaras de emergencia y la salida para conexión de la máscara de primeros auxilios. Fig. No. 53.

COMPARTIMIENTOS DE MASCARAS:

Como antes se dijo los compartimientos de máscaras para abastecimientos de oxígeno a los pasajeros en caso de emergencia están localizados arriba de cada fila de asientos en la cabina de pasajeros, en la despensa delantera, en los lavatorios y en el vestíbulo del avión Comet 4C; contienen 2 o 3 máscaras en su interior de acuerdo con la disposición de los asientos en la cabina; el compartimiento está cerrado por una compuerta la cual se abre mediante la actuación de una válvula de check que opera unicamente con el sistema de flujo de oxígeno de alta presión, permitiendo de esta manera que las máscaras caigan y se coloquen al alcance de los pasajeros para su utilización; la simple caida de las máscaras no es suficiente para que el oxígeno llegue a éstas, sino que es necesario que el pasajero jale la máscara hasta ponerla en contacto con su cara, para que con esta maniobra destrabe un pasador que al salir abre otra válvula de check, que en esa posición permite el paso del oxígeno del sistema hacia la máscara.

En el compartimiento de máscaras se localiza igualmente la salida de oxígeno para primeros auxilios, en la cual se conectan las máscaras para este objeto mediante una conexión en bayoneta; por debajo de esta salida se encuentra un botón que cierra manualmente el paso de oxígeno hacia las máscaras cuando la presión en el sistema es de 55 lbs./pulg^2.; ésta válvula se cierra automáticamente cuando la presión alcanza la cifra de 28 lbs./pulg^2.

INDICADORES DEL CONTENIDO DE OXIGENO.

Existen dos indicadores del contenido de oxígeno adyacentes al punto en donde se carga el sistema; el manómetro delantero señala el contenido de los cilindros para baja presión, y el trasero indica el contenido del cilindro de alta presión.

En el tablero de control del sistema de oxígeno para pasaje—

1.-Válvula de control automatico.
2. Palanca para operación manual de la válvula
3. Indicador del contenido del sistema de baja presión.
4. Indicador de Presión del anillo principal.
5. Válvula de control manual.
6. Cilindros de O_2 para el sistema de baja - - presión.
7. Cilindro de O_2 para el sistema de alta presión.
8. Reguladores para reducir la presión del flujo de O_2.
9. Compartimiento de máscaras.
10. Válvula de relevo del anillo principal.
11. Indicador del contenido del sistema de alta presión.
12. Válvula para carga del sistema.

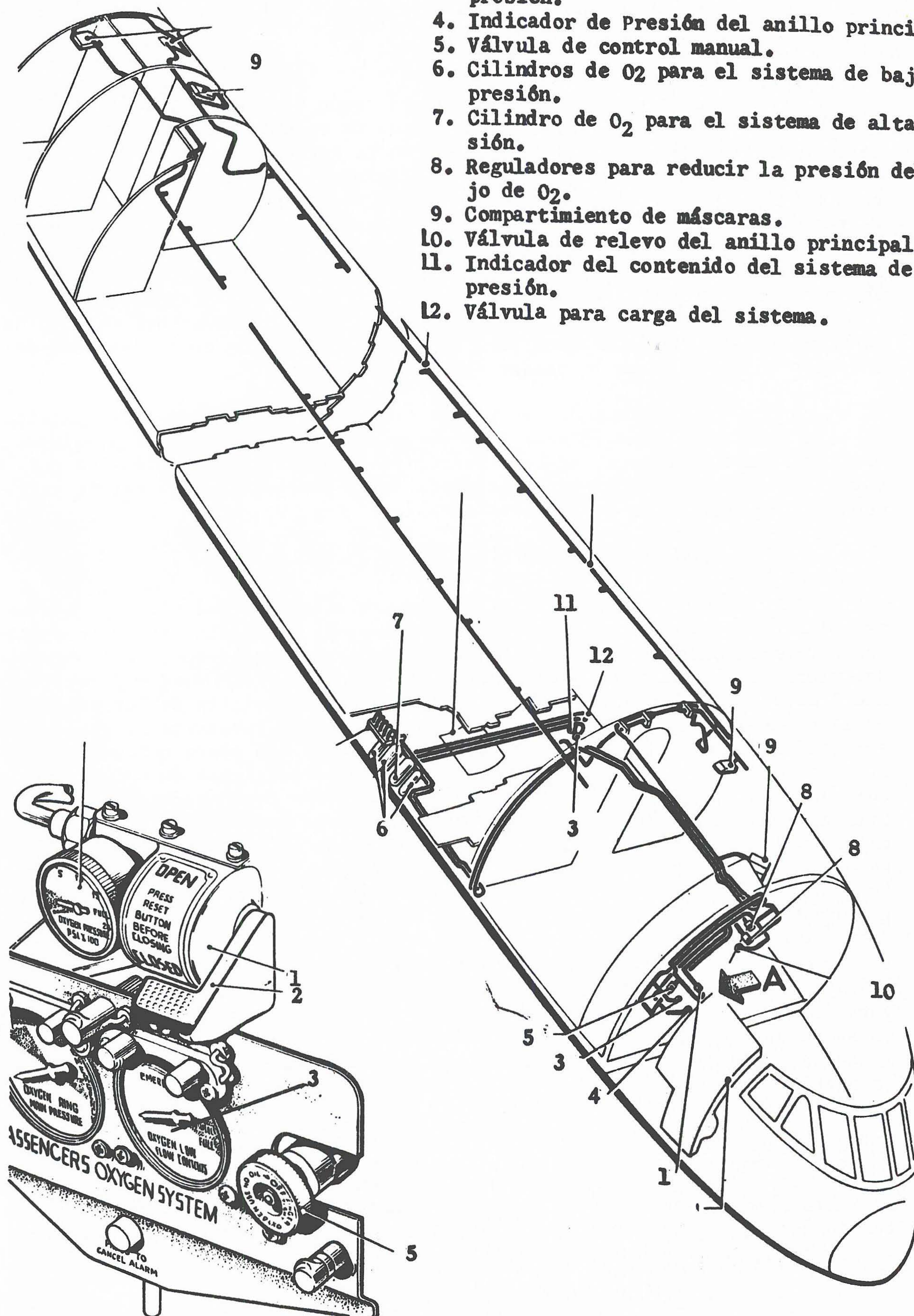


Fig. No. 53.- Representación esquemática del sistema de abastecimiento de oxígeno para pasajeros.

- PRECAUCION -

No emplee grasas ni aceites en los sistemas de oxígeno.

No maneje el oxígeno con manos o ropas grasosas.

Evite que cualquier parte de los sistemas de oxígeno se ensucie con grasa, aceite, líquido hidráulico o basura. Una gota de aceite en contacto con el flujo de oxígeno puede producir una explosión.

ros Fig. No. 53 localizado en la estación del operador de sistemas en la cabina de pilotaje se encuentran otros 3 indicadores: uno en el que se lee lo siguiente: "oxígeno, contenido de baja presión-emergencia-normal-lleno", el cual indica el contenido de oxígeno en los cilindros para baja presión.

Existe otro manómetro que señala la presión de oxígeno en el sistema de tuberías y en el cual se lee lo siguiente: "presión de oxígeno en el anillo principal-normal, emergencia". Este indicador está situado al lado izquierdo del señalado anteriormente en el mismo tablero.

Contiguo a la válvula de control automática y manual y al lado izquierdo de ella en el mismo tablero de control, se encuentra otro indicador en el que se lee lo siguiente: "presión de oxígeno lbs./pulg^2 x 100-Peligro, 5, 10, 15, 20, lleno"; este indicador señala la presión del oxígeno en el cilindro para alta presión.

MASCARAS PARA ABASTECIMIENTO DE OXIGENO:

Las mascaras de oxígeno para emergencia consisten en máscaras de flujo continuo, alojadas como antes se dijo, en los compartimientos de máscaras situados en la cabina de pasajeros.

A bordo del avión existen otras 7 máscaras, 6 de las cuales sirven para administrar oxígeno en caso de primeros auxilios y estan colocados en el guardarropa; hay una máscara para humo, contenida en un compartimiento especial situado abajo de la mesa del operador de sistemas. Las máscaras para primeros auxilios son de tipo oronasal de flujo continuo, fabricados con polietileno y provistos de dispositivos para fijarse a la cabeza; estas máscaras pueden conectarse para su empleo en las salidas de oxígeno para primeros auxilios situadas en el compartimiento de máscaras, o las salidas de oxígeno de las unidades portátiles que más adelante se describen.

5.23.3 UNIDADES PORTATILES DE OXIGENO:

Existen 9 unidades portátiles para oxígeno a bordo del avión Comet 4C; 4 situadas en la despensa delantera, 4 en el guardarropa sobre el mamparo delantero, y una en la cabina de pilotaje bajo la mesa del operador de sistemas.

UNIDADES PORTATILES DE LA DESPENSA DELANTERA Y EL GUARDARROPA

Cada una de las unidades portátiles localizadas en la despensa delantera y en el guardarropa son similares y pueden utilizarse con una máscara para primeros auxilios; el equipo completo comprende un cilindro de 120 litros de capacidad de alta presión, con una válvula para cierre y apertura, un indicador del contenido de oxígeno en el que se leen las siguientes marcaciones: "1/4, 1/2, 3/4 y lleno", y un diafragma en la cabeza del cilindro que controla la presión a 50 lbs./pulg^2.; cada cilindro tiene además una válvula de control de doble salida una para "NORMAL" que provee 31/2 litros de oxígeno por minuto y otra para "ALTA" que provee de 6 a 8 litros de O_2 por minuto; la máscara para primeros auxilios se une a la salida de la cabeza del cilindro por una manguera flexible. En cada máscara hay un indicador de flujo que indica el paso del oxígeno. Antes de salir de la cabeza del cilindro para entrar a la manguera y llegar a la máscara, el oxígeno fluye a través de un orificio de doble flujo; la cantidad de oxígeno que fluye depen

de del sitio en donde se coloca manualmente la válvula, lo cual puede ser en posición de "normal" o "alta".

UNIDAD PORTATIL EN LA CABINA DE PILOTAJE.

La unidad portátil de oxígeno localizada en la estación del operador de sistemas, consta de una correa para su transporte, el cilindro, una válvula de cierre y apertura, un regulador de presión, un regulador de demanda y un indicador de presión. Está provisto de 2 salidas; una en la cabeza del cilindro que proporciona flujo contínuo para primeros auxilios u oxígeno de emergencia para respirar a grandes altitudes, y la otra, en el regulador de demanda que provee oxígeno a una máscara de tipo demanda para protección contra humos y vapores; a esta salida se conecta una máscara para humo localizada en un compartimiento especial ya citado, abajo de la mesa del operador de sistemas.

El cilindro está cargado a una presión de 1800 lbs./pulg^2. señaladas en el indicador de presión, el cual posee las siguientes marcaciones "0-500, 1000, 1500, 2000 y está pintado de color rojo en el tramo 1800-2000".

Cuando la válvula esta abierta, el oxígeno pasa del cilindro a un regulador de presión en donde ésta se reduce a 55 lbs./pulg^2., y de ahí el gas fluye hacia el regulador de demanda y hacia la salida de flujo continuo; el regulador de demanda opera como ya se describió anteriormente, y la salida de flujo continuo tiene una válvula de check que impide la salida del gas hasta que ésta se abre al conectar la máscara a la salida.

5.23.4 <u>Procedimiento para abastecer de oxígeno para primeros auxilios</u>

a) Con empleo de la unidad portatil.-

Cuando por indisposición física a bordo del avión un pasajero requiera el empleo del oxígeno y este se ministre con el empleo de una de las unidades portátiles se seguirán los siguientes pasos:

1. La sobrecargo seleccionará una de las unidades portátiles de oxígeno de los colocados en la despensa delantera o el guardarropa, cerciorándose de que el indicador del contenido de oxígeno esté en la posición de "LLENO".

2. Igualmente seleccionara una de las 6 máscaras para oxígeno de primeros auxilios de las existentes en el guardarropa procurando revisarla para ver si está en buen estado.

3. Una vez junto al pasajero enfermo colocará la válvula del cilindro en posición de ABIERTA y conectará la máscara en la salida que para tal objeto existe en la cabeza del cilindro.

4. Colocará primero la válvula selectora de flujo en la posición de "NORMAL", con lo cual el pasajero recibirá aproximadamente 3 1/2 litros de oxígeno por minuto, pidiéndole a éste se ajuste la máscara a su cara si después de un período prudente se observa que el pasajero no mejora con la cantidad de oxígeno que está recibiendo, se colocará la válvula selectora de flujo en la posición de "ALTA", con lo cual la cantidad de oxígeno que se ministra será de 6 a 8 litros por minuto. A juicio de la sobrecargo puede —

iniciarse del abastecimiento de oxígeno con la válvula en posición de "ALTA" y colocarla en "NORMAL" cuando el pasajero se ha mejorado.

5. Una vez que ha terminado la emergencia y no se requiere - más oxígeno, la sobrecargo pedirá al pasajero se quite su máscara y procederá a colocar la válvula del cilindro en posición de "CERRADA"; desconecte la máscara y coloque cada parte en su lugar.

b) Con empleo de sistema fijo.

Para ministrar oxígeno para primeros auxilios con el empleo - del sistema fijo, se hará lo siguiente:

1. La sobrecargo pedirá al operador de sistemas abra la válvula de control manual situada en el lado derecho del tablero de control del sistema de oxígeno para pasajeros; (Fig. 53-5)con esta válvula abierta el - oxígeno pasa al anillo principal del sistema de conducción a una presión de 40 lbs./pulg^2.

2. Posteriormente la sobrecargo seleccionará una de las máscaras para primeros auxilios contenidas en el guardarropa y lo conectará a - la salida para oxígeno de primeros auxilios, situada en el compartimiento de máscaras, colocado arriba del asiento del pasajero enfermo.

3. Con esto el oxígeno fluirá hacia la máscara, y se pedirá al pasajero ajuste ésta a su cara.

4. Cuando la emergencia ha terminado la sobrecargo pedirá al operador de sistemas "CIERRE" la válvula de control manual, debiendo proceder a hacerlo apretando al mismo tiempo el botón de RE-SET (re-colocar) a - fin de vaciar de oxígeno las tuberías.

5. Una vez hecho ésto la sobrecargo desconectará la máscara y la colocará en su lugar.

5.23.5 PROCEDIMIENTOS PARA ABASTECIMIENTO DE OXIGENO A LOS PASAJEROS EN CASO DE EMERGENCIA.

Cuando por alguna causa la presión de la cabina disminuye y - alcanza valores equivalentes entre 13,700 y 14,300 pies de altitud, el aneroide situado en el interior del mecanismo de la válvula de control automática y manual (Fig. No. 53-1) se expande, abriendo la válvula; cuando ésta - mecanismo falla, el operador de sistemas puede actuar manualmente la palanca para abrir la misma válvula; (Fig. No. 53-2) con uno u otro sistema, al - abrirse la válvula, empieza a fluir el oxígeno del cilindro hacia el anillo principal del sistema de conducción a una presión de 80 lbs./pulg^2.; el flujo de oxígeno actua la alarma de sonido y opera la válvula de check que - abre la compuerta del compartimiento de máscaras colocado encima de los - asientos de pasajeros en la cabina, la despensa delantera, los lavatorios y el vestíbulo; al jalar la máscara para fijarla a la cara se destraba un pasador en el compartimiento de máscaras que abre otra válvula de check que permite, una vez abierta, que el oxígeno fluya hacia la máscara. El operador - de sistemas puede hacer callar la alarma de sonido apretando el botón situado en la parte inferior del tablero de control de sistema de oxígeno para pasajeros, Como antes se dijo el cilindro para abastecer de oxígeno al anillo

principal a la presión de 80 Lbs/pulg^2. tiene capacidad para proveer oxígeno a todos los pasajeros y sobrecargos durante un descenso de emergencia.

Cuando la emergencia ha psado y no se requiere más oxígeno el operador de sistemas "cerrará" manualmente la válvula de control automático y manual debiendo empujar antes de ésto el botón de RE-SET (re-colocar) en el tablero, hasta que el indicador de la presión en la tuberia marque "CERO", con lo que se mostrará que se ha vaciado de oxígeno el anillo - principal.

5.24 SISTEMA PARA ABASTECIMIENTO DE OXIGENO EN EL AVION DOUGLAS - DC-9.

GENERALIDADES:

En el avión estan instalados dos sistemas independientes de oxígeno gaseoso; uno para tripulantes en la cabina de pilotaje, y otro para pasajeros y sobrecargos (Fig. No. 54).

El sistema para tripulantes es un sistema fijo de presión-demanda diseñado para proveer oxígeno de emergencia a los tripulantes en caso de una descompresión de la cabina a grandes altitudes, y oxígeno para protección de los mismos en caso de contaminación de la cabina por humo u otros gases dañinos. Consta tambien de una unidad portátil para garantizar la movilidad de los tripulantes durante estas emergencias. El equipo para la utilización del oxígeno y los controles del sistema, están permanentemente instalados en cada estación de los miembros de la tripulación y un observador.

El sistema de oxígeno para pasajeros es de flujo continuo y provee protección para todos los pasajeros en la cabina después de una descompresión de ésta, y durante el descenso a una altura adecuada. Se dispone también de oxígeno adicional o de primeros auxilios a menores altitudes, para aquellos pasajeros que pudiesen requerir el empleo de este gas durante el resto del vuelo. El sistema es totalmente automático, provee máscaras para todos los ocupantes, listas para usarse, cuando se pierde la presión en la cabina; pero en caso de falla del sistema automático está provisto de controles manuales para operación del sistema. Consta de varias unidades portátiles convenientemente distribuidas para que los sobrecargos puedan emplearlos durante un vuelo no presurizado.

5.24.1 SISTEMA PARA ABASTECIMIENTO DE OXIGENO A LOS TRIPULANTES.- Figs. No. 55 y 56.

RECIPIENTES DE ALMACENAMIENTO:

El cilindro para abastecimiento de oxígeno a los tripulantes en el avión Douglas DC-9 está situado en la cabina de pilotaje, un poco atrás y a la derecha de la estación del primer oficial; es idéntico al tipo usado en el DC-8 con la diferencia de que en el primero el indicador de presión del cilindro está instalado sobre la válvula manual de cierre y apertura del cilindro, en lugar de que en el regulador de presión como en el DC-8 en esta forma el indicador señala la presión del cilindro con la válvula en posición de abierta o cerrada; consta de un tubo de descarga de acero inoxidable, para en caso de aumento excesivo de la presión del gas dentro del cilindro por expansión térmica. El regulador de presión acoplado directamente a la válvula de cierre y apertura del cilindro, es de presión constante y provee la salida del gas a una presión de aproximadamente 65 lbs./pulg^2. hacia la línea de distribución.

SISTEMAS DE CONDUCCION:

Las líneas de distribución de oxígeno para los tripulantes en la cabina, aunque más cortas que las del DC-8, son del mismo diámetro (5/16 de pulgada) y distribuyen el gas a las estaciones del piloto, primero oficial y un observador.

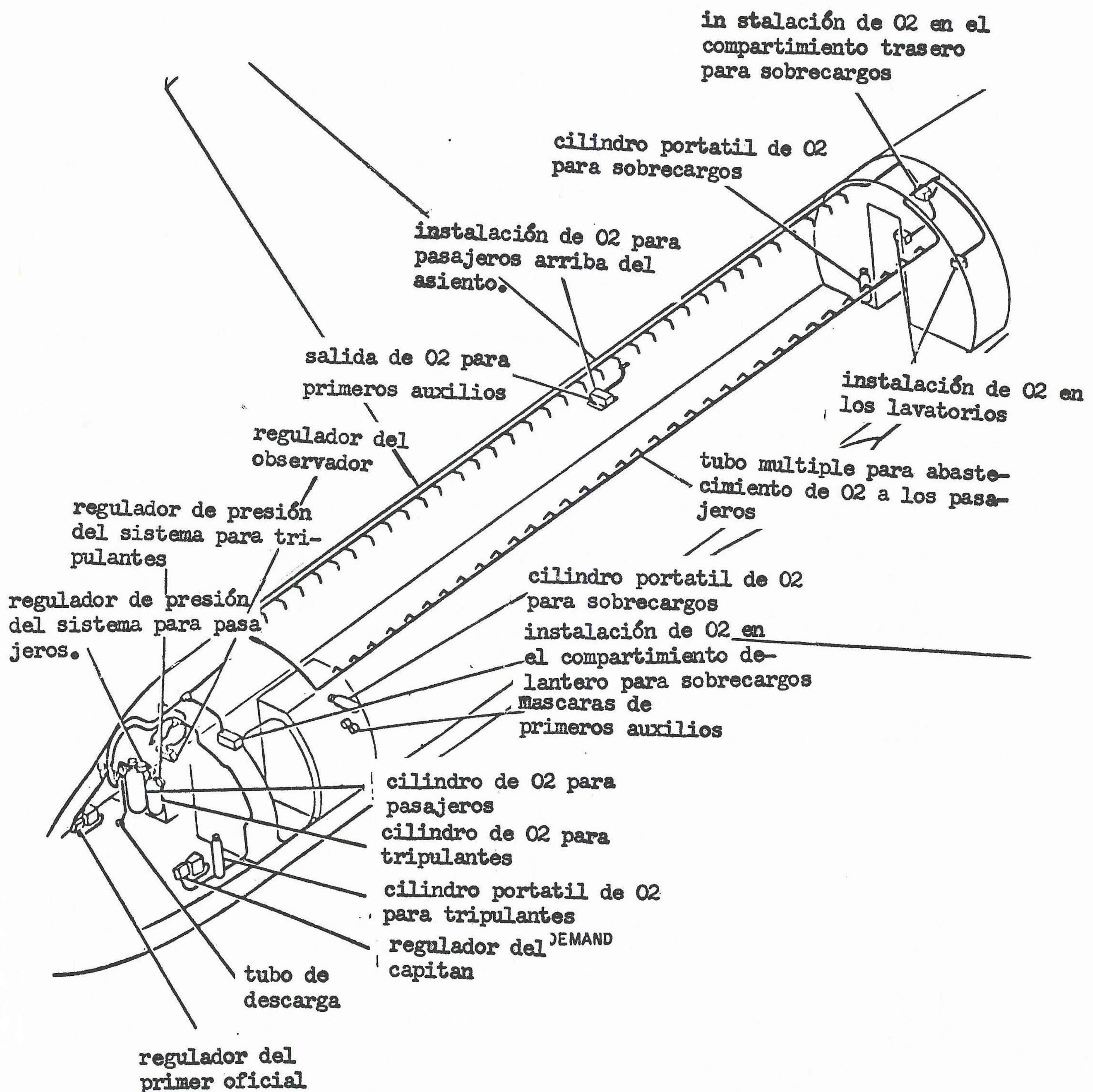


Fig. No. 54.- Sistema de abastecimiento de oxígeno para tripulantes y pasajeros en el avión Douglas DC-9.

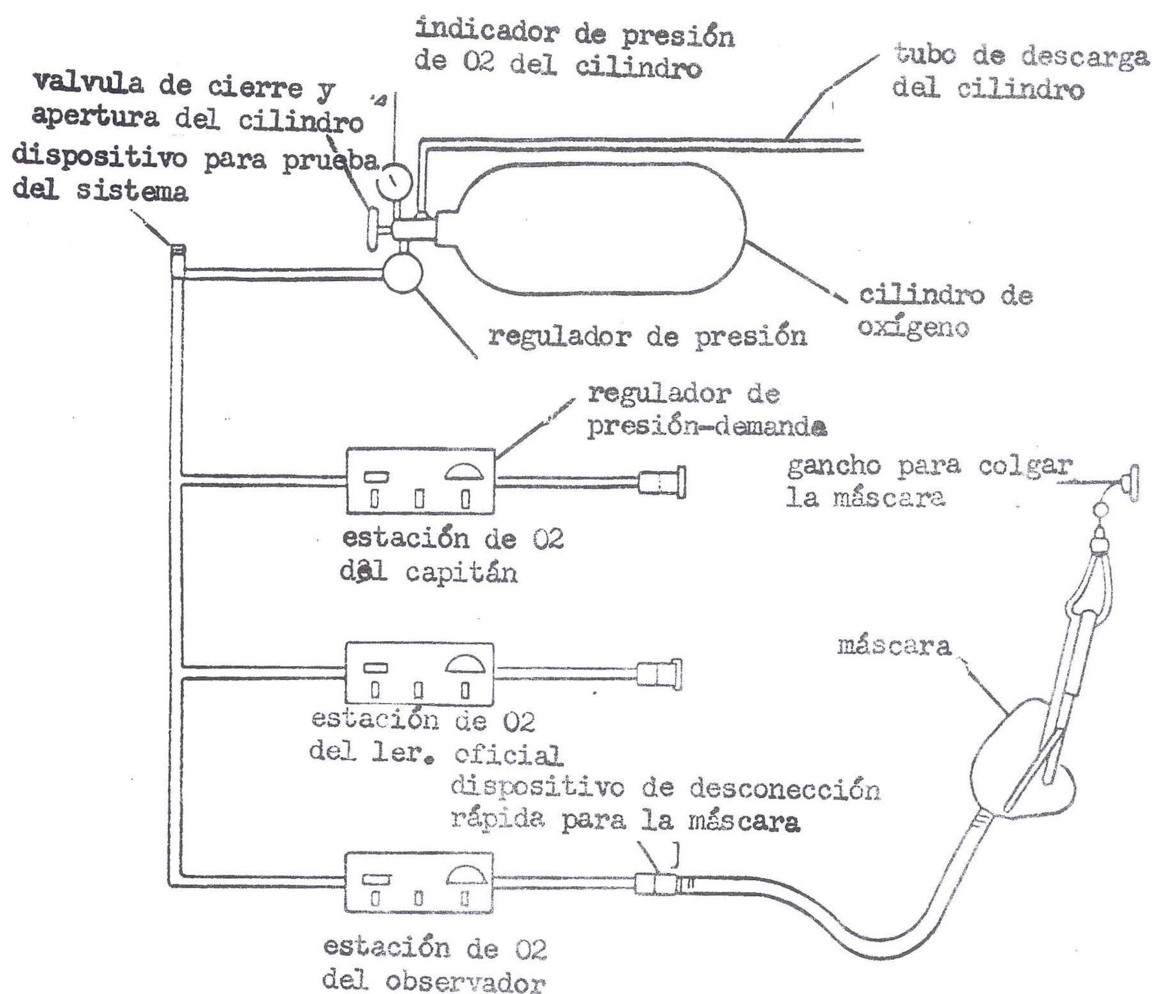


Fig. No. 55.-Representación esquemática del sistema de oxígenp para tripulantes en el avión Douglas DC-9

REGULADORES:

Los reguladores de presión-demanda instalados en cada una de las estaciones de la cabina de pilotaje (Fig. No. 56) son física y funcional mente idénticos a los del DC-8, con la excepción de la iluminación, el color del tablero, y la indicación del manómetro. La iluminación defiere en el -- voltaje (5 voltios en lugar de 28), el color del tablero es negro en lugar - de gris, y el indicador de presión señala presión en las líneas de distribución, en lugar de cantidad de oxígeno, como en el DC-8. El regulador consta de una salida a la que está conectada una manguera de hule flexible, que termina en un dispositivo de desconección rápida, facilmente accesible a cada miembro de tripulación; a este dispositivo se conectan las máscaras para utilización del oxígeno.

MASCARAS DE OXIGENO.

Las máscaras de oxígeno para tripulantes en el DC-9 son del - tipo de presión-demanda de adaptación rápida; estan colocadas en un gancho - de liberación rápida colocado accesiblemente a cada estación en la cabina de pilotaje. El sistema consta también de un compartimiento para máscaras o gogles para humo, en cada estación de la cabina.

UNIDAD PORTATIL DE OXIGENO.

La unidad portátil de oxígeno en la cabina de pilotaje es - - idéntica a la unidad del DC-8, consistente en un cilindro de 11 pies cúbicos de capacidad (Fig. No. 61) dotado de un regulador de demanda que provee oxígeno al 100% a una presión en relación con la altitud de la cabina; consta - de una salida en el regulador a la cual se conecta la manguera de la máscara de los miembros de tripulación; la unidad está colocada en la consola del capitan, adelante de la mesa escritorio.

OPERACION DEL SISTEMA DE OXIGENO PARA TRIPULANTES:

La operación del sistema para abastecimiento de oxígeno a los tripulantes en el DC-9, es idéntica, a la del DC-8 y solo difiere en lo referente al regulador reductor de presión; en el DC-8 dada la situación relativamente lejana del cilindro para abastecimiento de oxígeno, hubo necesidad - de utilizar a la salida de éste un regulador con salida de presión variable, de acuerdo con la presión del gas dentro del cilindro; en esta forma en el - DC-8, cuando el cilindro está lleno (1800 lbs/pulg^2) la presión de salida de oxígeno del regulador a las líneas de distribución es de 150lbs/pulg^2, y los indicadores de presión en el tablero del regulador de presión-demanda en las diversas estaciones de la cabina indican "LLENO"; a medida que se consume el oxígeno y supresión en el cilindro se reduce, disminuye proporcionalmente la presión de salida del gas hacia la línea de distribución; de esta manera - - cuando la presión del cilindro llega a 100 lbs./pulg^2., la presión hacia las líneas de distribución se regula a 50 lbs/pulg^2. y los indicadores de presión en los reguladores de presión-demanda indican "VACIO".

En el DC-9, dado que el cilindro para abastecimiento de oxígeno es facilmente accesible a la vista y al alcance del primero oficial, éste puede conocer directamente en todo momento la cantidad de gas en el cilindro mediante la lectura del indicador de presión situado en la válvula de cierre y apertura; esto permite el uso de un regulador de presión constante (65 - - lbs./Pulg^2) en lugar del regulador más complejo descrito para el DC-8.

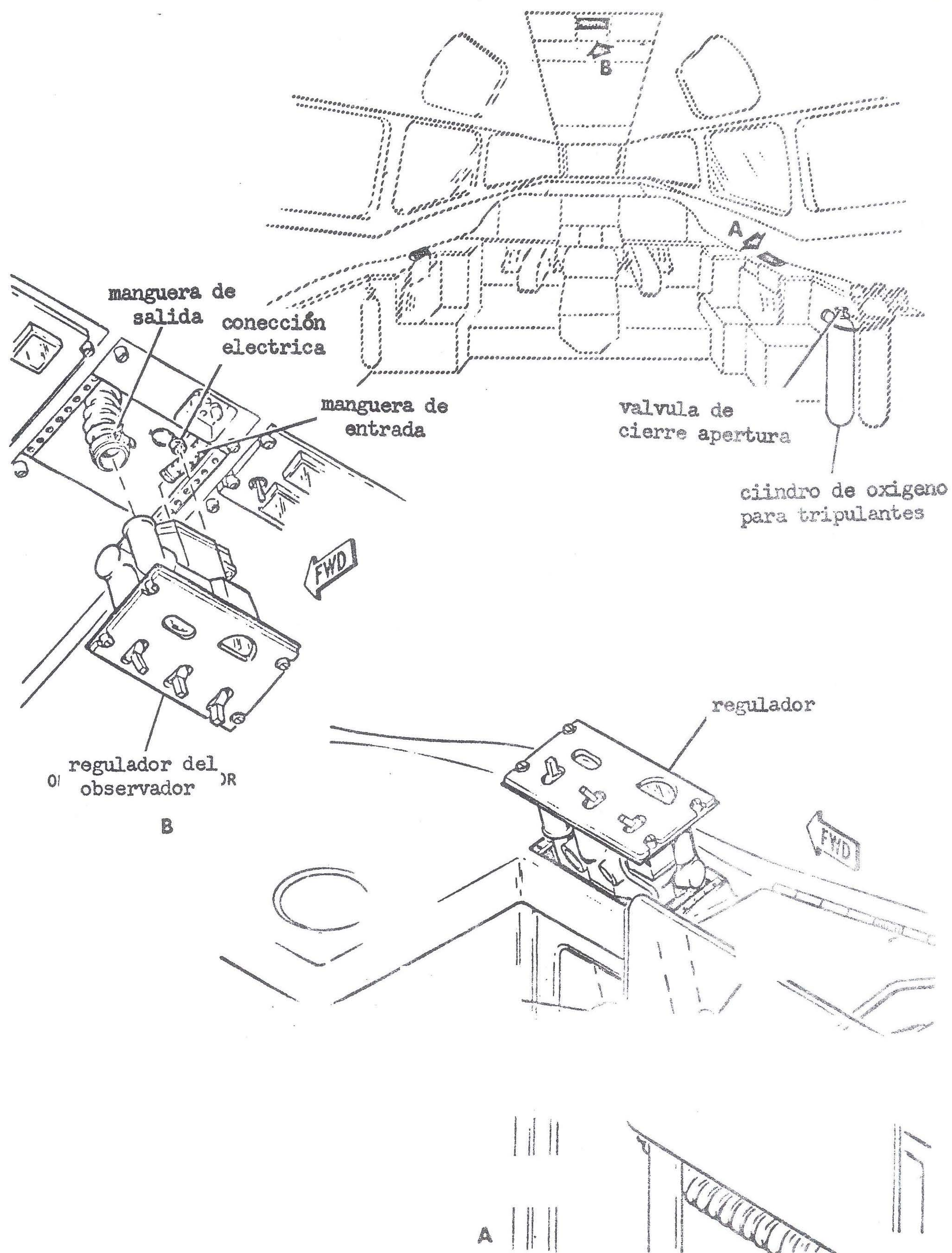


Fig. No. 56.- Instalación de los reguladores de presión-demanda para tripulantes en el avión DC-9.

5.24.2 SISTEMA PARA ABASTECIMIENTO DE OXIGENO A LOS PASAJEROS. - -- (Fig. No. 57, 58, 59, 60 y 61).

RECIPIENTES DE ALMACENAMIENTO:

El cilindro para abastecimiento de oxígeno a los pasajeros -- en el avión Douglas DC-9 (Fig. No. 58) está situado en la cabina de pilotaje un poco atrás y a la derecha del asiento del 1er. oficial, a la izquierda -- del cilindro de oxígeno para tripulantes; es un cilindro de alta presión - - (1850 lbs./Pulg^2) que consta de una válvula manual para cierre y apertura, - un indicador de presión del cilindro y un regulador de flujo contínuo compensado con la altitud; el tamaño del cilindro puede variar desde 48 hasta 111 pies cúbicos, dependiendo de los requerimientos de capacidad individuales de cada operador. Está provisto de un tuvo de descarga, de acero inoxidable, - para permitir la salida del gas al exterior en caso de expansión térmica de éste dentro del cilindro; la salida es común con la correspondiente al cilindro de oxígeno para la tripulación.

El regulador de flujo contínuo compensado con la altitud - -- (fig. No. 59), es simplemente una modificación y simplificación del empleado en el DC-8; incluye un dispositivo para proveer una "onda de presión", elimina uno de los aneroides, y el indicador señala presión regulada de salida -- del oxígeno hacia las líneas de distribución, en lugar de presión de entrada el empleo del regulador mediante una "onda de presión" hacia las líneas de - distribución con el objeto de abrir las compuertas de los compartimientos de máscaras, simplifica considerablemente el sistema eliminando la necesidad de válvulas separadas para diferentes "ondas de presión", y diferentes controles La instalación del indicador de presión del cilindro sobre la válvula manual para cierre y apertura de éste, y la de un indicador de presión de las líneas de distribución en el regulador, fué hecha por dos razones: la localización del indicador en la válvula, que señala la presión del cilindro cuando está en la posición de abierta o cerrada, permite al personal de mantenimiento facilmente conocer el contenido del cilindro cuando éste está almacenado, y -- por otra parte el indicador de presión de las líneas de distribución en el - regulador, proporciona a la tripulación una indicación directa del funcionamiento del regulador.

El regulador consta de una palanca que normalmente debe estar colocada siempre hacia abajo en la posición de "AUTOMATICA", pero que en caso de falla del sistema o cuando se requiere proveer de oxígeno para emergencias o primeros auxilios, puede operarse hacia arriba en la posición de "MANUAL PUESTA", y de un botón giratorio para proveer manualmente la "onda de - presión" al sistema de distribución, cuando se gira en el sentido de las manecillas de un reloj.

LINEAS DE DISTRIBUCION:

Los compartimientos para máscaras de los pasajeros situados - en la parte superior en cada fila de asientos se proveen de oxígeno a través de un tubo múltiple, de media pulgada, situados a todo lo largo de la cabina a uno y otro lado de la pared; la línea principal de distribución que sale - del regulador, y las tuberias que corren a lo largo de la pared de la cabina son tambien de media pulgada.

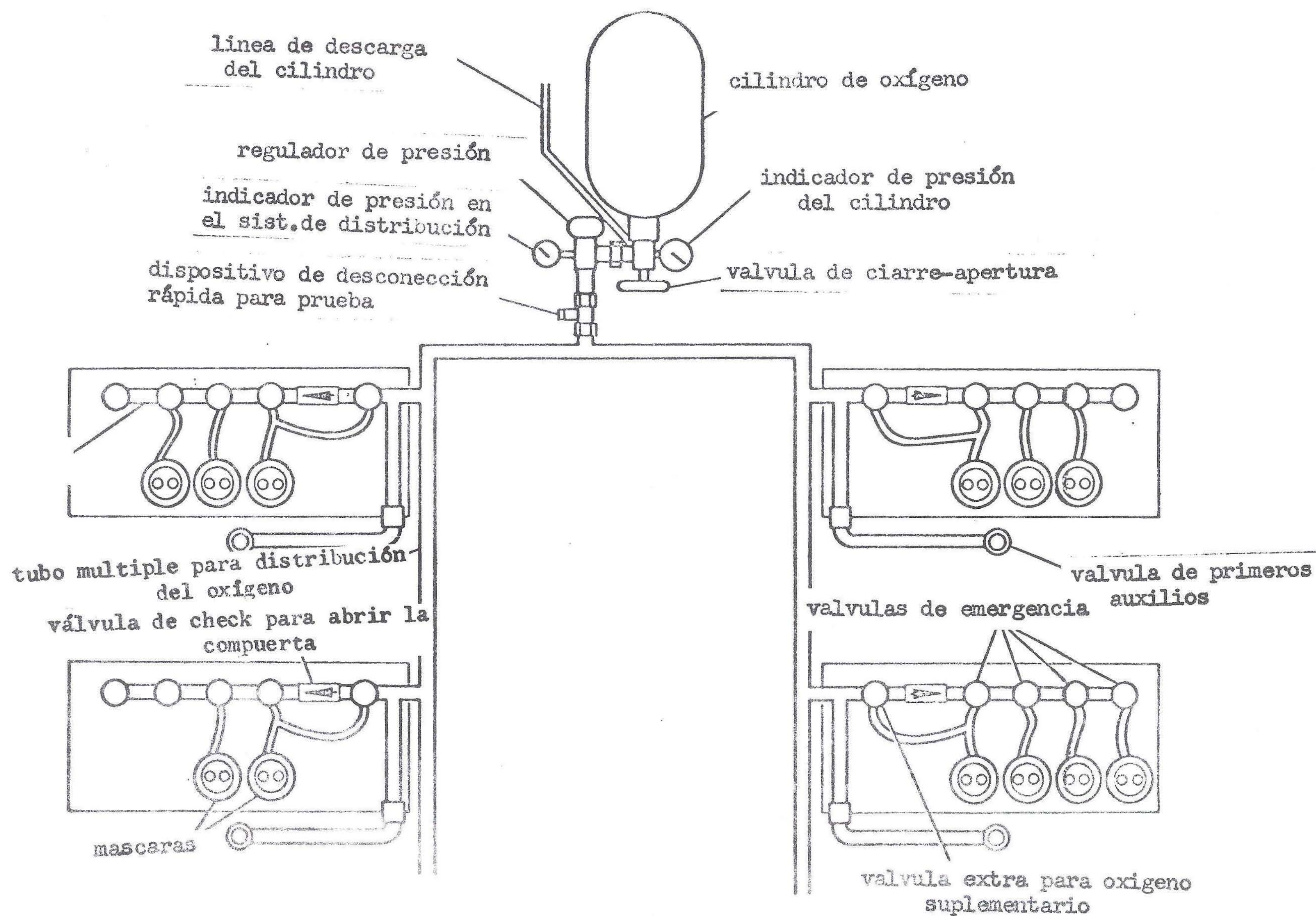


Fig. No. 57.- Representación esquemática del sistema de oxígeno para pasajeros en el DC-9

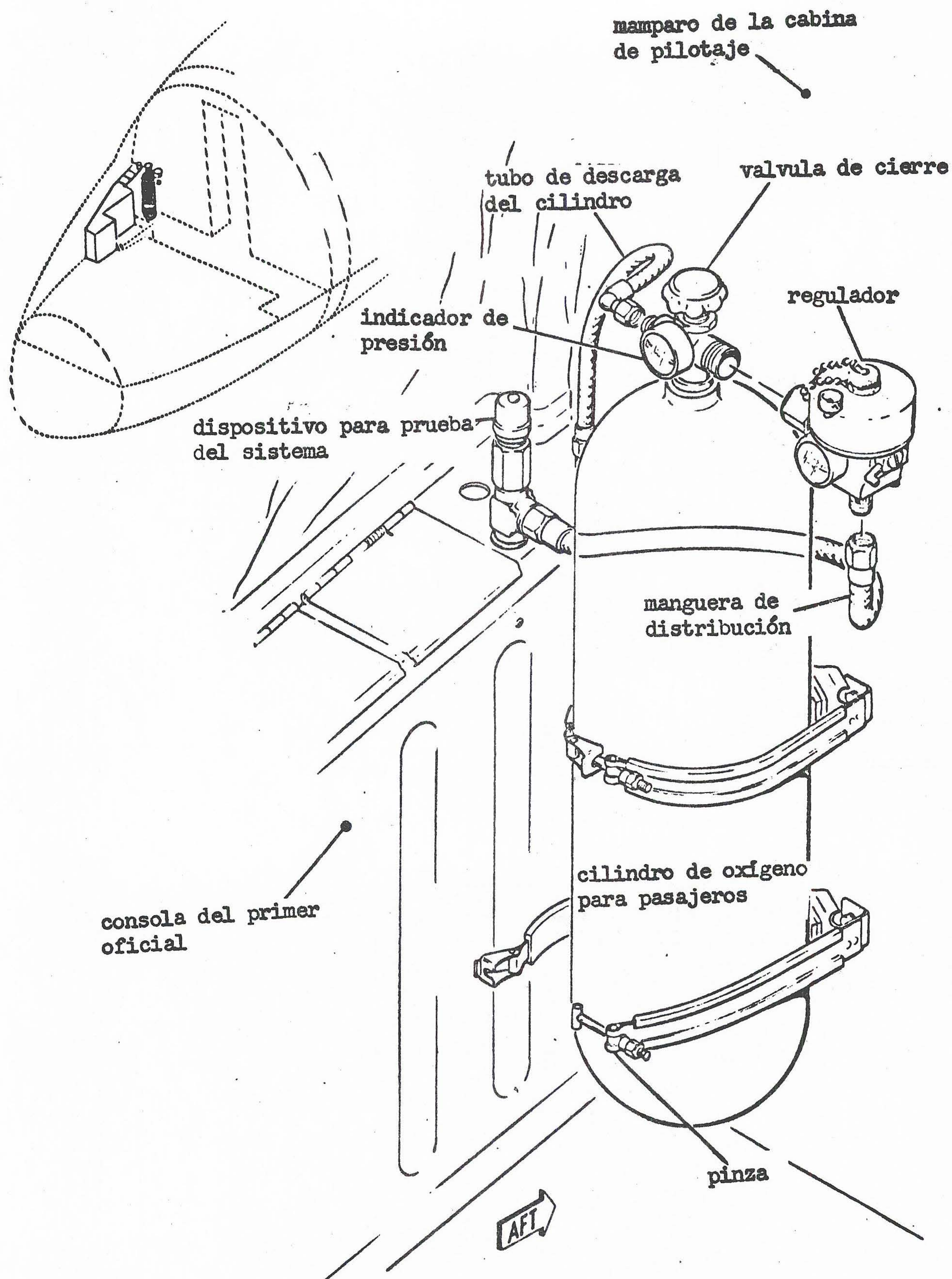


Fig. No. 58.- Instalación del cilindro de oxígeno para pasajeros en el avión DC-9.

Las líneas de derivación que salen de la línea principal hacia los compartimientos delanteros y trasero para sobrecargos, y para los lavatorios son de 1/4 de pulgada de diámetro.

Los tableros para servicios de los pasajeros arriba de cada asiento incluyen abastecimiento de oxígeno, aire frío, y luz eléctrica en forma idéntica a la del DC-8.

EQUIPO PARA UTILIZACION DEL OXIGENO. En la parte superior de cada fila de asientos (Fig. No. 60) en cada uno de los lavatorios y en cada una de las estaciones para sobrecargos, se encuentra una caja para alojamiento de máscaras; los compartimientos de máscaras están conectados como antes se dijo a un tubo múltiple que a su vez esta conectado a la línea de distribución principal, para abastecimiento del oxígeno; cada una de estas cajas son unidades integrales que consisten en una puerta cerrada mediante la acción de una trabe, una válvula de check para abrir la compuerta, una válvula de emergencia y una válvula suplementaria; adelante de la puerta del compartimiento de máscaras, en cada una de las unidades para servicio de los pasajeros, se localiza además una válvula de salida de O_2 para primeros auxilios en los lavatorios, por propósitos de higiene, está válvula esta localizada dentro de la caja de máscaras; las estaciones para sobrecargos no tienen salida para primeros auxilios; a bordo del avión se proveen máscaras con un dispositivo especial de entrada; para uso de las sobrecargos en el caso de que se requiera abastecer de oxígeno para primeros auxilios a los pasajeros.

UNIDAD PORTATIL DE LA CABINA DE PASAJEROS.

Un cilindro portátil para abastecimiento de oxígeno idéntico al que se describió para el DC-8, está instalado en la cabina de pasajeros del avión Douglas DC-9, para cada una de las sobrecargos. (Fig. No. 61).

OPERACION DEL SISTEMA.

En el caso de una descompresión de la cabina, automáticamente se abastece de oxígeno de emergencia a todos los ocupantes en la cabina de pasajeros de la siguiente manera: con la palanca de control del regulador de flujo continuo compensado con la altitud en la posición de "automática", el regulador envía una onda de presión hacia la línea de distribución de cuando menos 50 Lbs./Pulg^2., cuando la cabina alcanza una altitud de 11,500' ($\pm$ 1000'); esta onda de presión opera la válvula de check, destraba la puerta del compartimiento de máscaras, y presuriza las válvulas de oxígeno de emergencia; al caer las máscaras y al jalar estas el pasajero se destraba un pasador que cierra otra válvula de check, con lo cual el oxígeno fluye hacia las máscaras; a medida que el oxígeno es empleado por los pasajeros, la onda de presión se reduce a la normal, o sea una presión de acuerdo con la altitud, controlada por el regulador.

En caso de falla del aneroide automático, el regulador puede operarse manualmente para realizar las mismas funciones de la siguiente manera: se coloca la palanca de control de presión del regulador en la posición de "manual-puesto", y el botón para liberación manual de las máscaras se gira totalmente en el sentido de las manecillas del reloj, con lo cual la onda de presión que fluye hacia las líneas de distribución opera la válvula de check del compartimiento de máscaras, destraba el pasador de la compuerta de

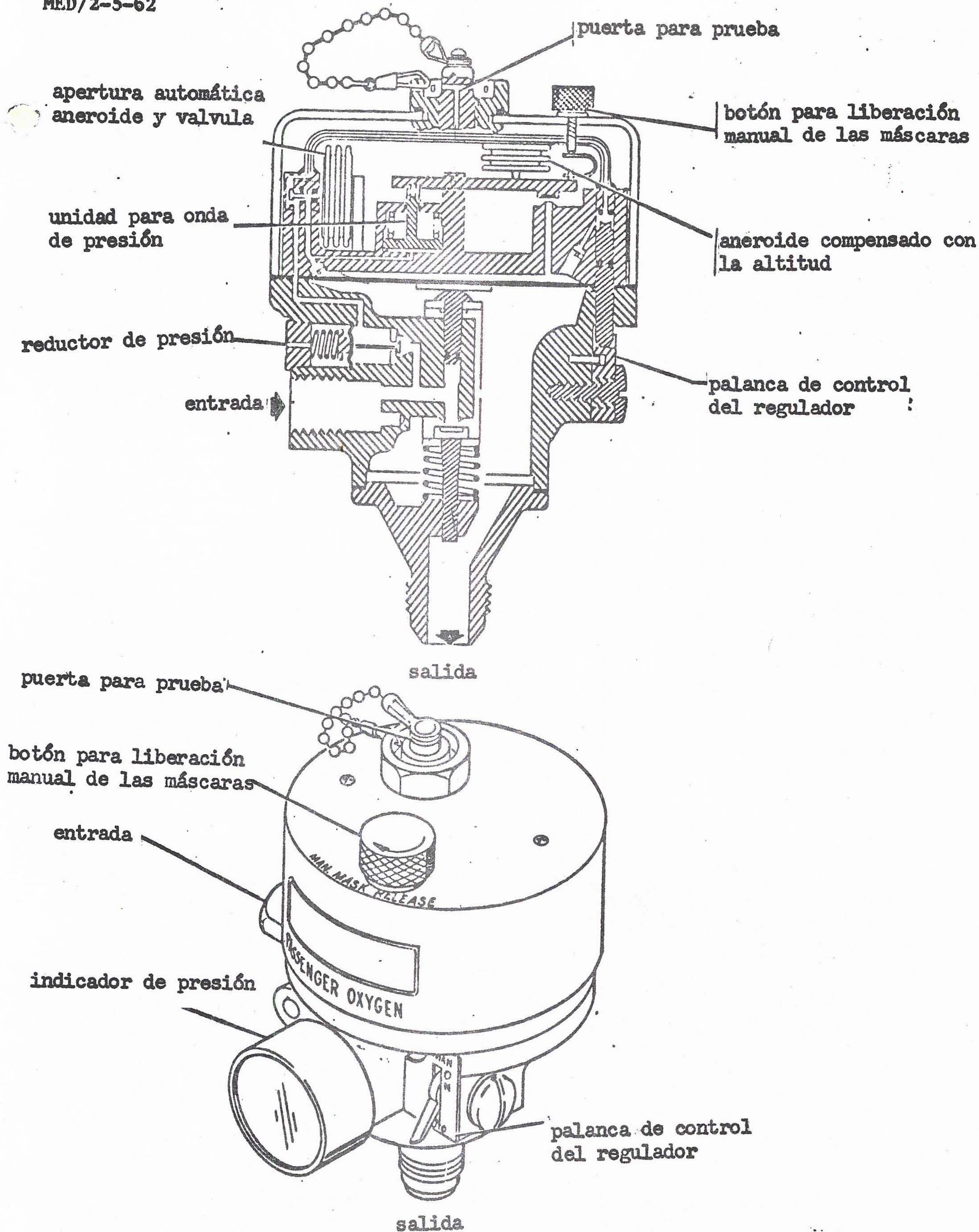


Fig. No. 59.- Regulador de flujo continuo compensado con la altitud, para pasajeros, en el DC-9.

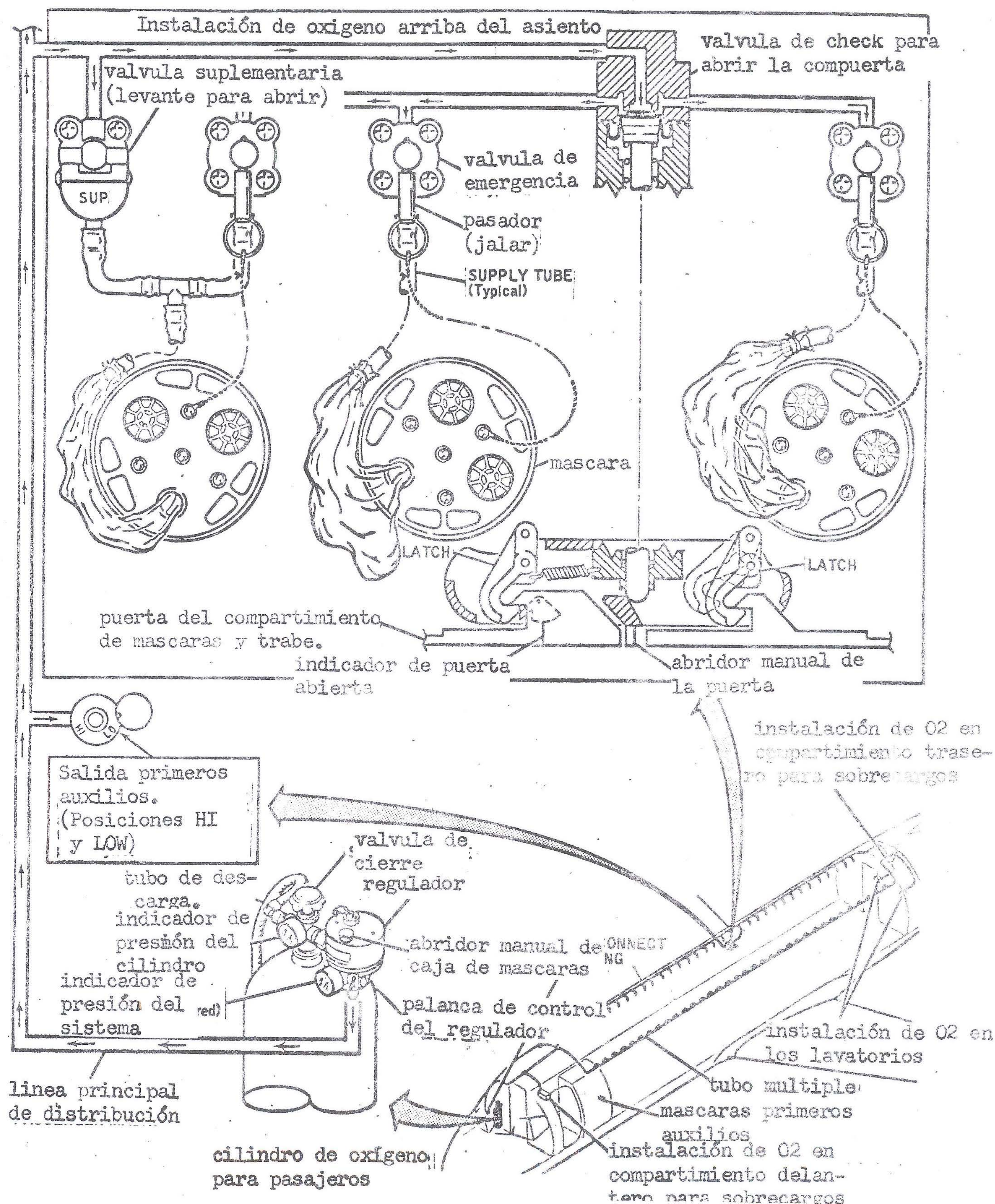


Fig. No. 60.- Equipo para utilización del O_2 para los pasajeros en el DC-9.

dicho compartimiento y las máscaras caén.

Durante la despresurización de la cabina y en el descenso de - emergencia, con la palanca de control del regulador en la posición de automático, se dispone de oxígeno en todas las máscaras hasta una altitud de 15,000' entre los 14 y 15 mil pies la válvula de check del compartimiento de máscaras se cierra, suspendiendo el flujo de oxígeno hacia las válvulas de emergencia; a esta altitud es entonces necesario que la sobrecargo coloque la válvula suplementaria de oxígeno en la posición de "puesta", con lo cual se sigue dispo niendo de oxígeno para pasajeros conforme se requiera; para ésto se debe usar la mascarilla que en cada compartimiento de máscaras está conectada a la válvula suplementaria. Cuando la presión de altitud de la cabina disminuye entre los 6,000 y 10,000', la palanca de control del regulador debe colocarse - en la posición "manual-puesta" para continuar el aporte de oxígeno suplementa rio y de primeros auxilios si éstos se requieren.

El oxígeno para primeros auxilios se obtiene de las salidas de desconexión rápida situadas por adelante de las cajas para alojamiento de más caras, para lo cual la sobrecargo conecta a dicha salida la máscara o máscaras especiales para tal objeto. La sobrecargo asimismo puede seleccionar el flujo de oxígeno hacia la máscara en "ALTA" o "BAJA" girando el botón que rodea la salida.

El oxígeno para primeros auxilios en un vuelo presurizado normal puede proveerse colocando la palanca del control de regulador en la posición de manual-puesta, conectando la máscara para primeros auxilios en la salida para tal objeto situada delante del compartimiento de máscaras, y regulando el flujo de oxígeno en "ALTA" o "BAJA" según se explica anteriormente.

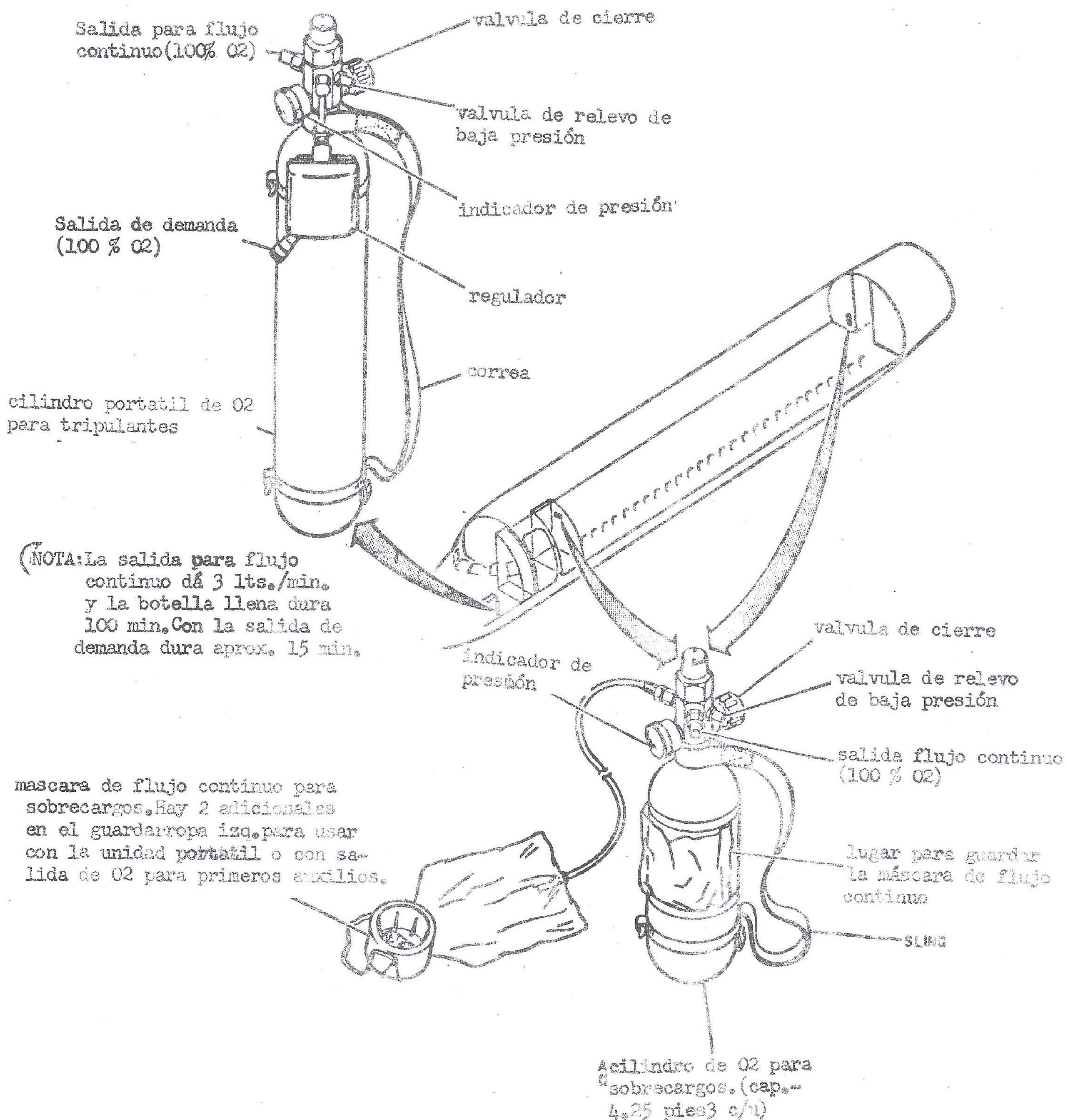


Fig. No. 61.- Unidades portátiles de O_2 en el DC-9.

5.25 SISTEMA PARA ABASTECIMIENTO DE OXIGENO EN EL AVION BOEING 720.

GENERALIDADES.

Al igual que los sistemas de oxígeno que se han descrito anteriormente, el del Boeing 720 es también doble, es decir provee independientemente oxígeno para tripulantes en la cabina de pilotaje, y para pasajeros y sobrecargos.

5.25.1 SISTEMA PARA ABASTECIMIENTO DE OXIGENO A LOS TRIPULANTES (Fig. No. 62).

ENVASES DE ALMACENAMIENTO:

El oxígeno para abastecimiento a los tripulantes en el avión Boeing 720 está almacenado en forma gaseosa en un cilindro de alta presión (1850 lbs./pulg^2.) de 114 pies cúbicos de capacidad, situado en la parte delantera del techo de la cabina para pasajeros. Consta de una válvula de cierre y apertura atornillada al cilindro, con una doble salida: una que conduce al tubo de descarga de seguridad por el que fluye el O_2 en caso de expansión térmica de éste dentro del cilindro, y que termina en un sello de bronce que se rompe cuando la presión alcanza entre 2650 y 2950 lbs./Pulg^2); y otra que conduce a la válvula manual para cierre y apertura que está situada arriba de la puerta de entrada a la cabina de pilotaje; el sistema está provisto además de un regulador reductor de presión, el cual reduce la presión del O_2 que sale del cilindro entre 75 y 50 lbs./Pulg^2; está provisto de una válvula de relevo de 100/100 lbs/pulg^2. para proteger el sistema de conducción en caso de falla del regulador; ésta válvula desemboca en la cabina de pilotaje. El regulador tiene dos manómetros; uno graduado entre 0 y 2000 lbs./pulg^2. que señala la presión del O_2 en el cilindro, y otro graduado entre 0 y 160 lbs./pulg^2. que indica la presión de salida del O_2 del regulador, el regulador está situado en la cabina de pilotaje, inmediatamente arriba de la puerta de entrada, cerca de la válvula de cierre y apertura antes descrita.

SISTEMA DE DISTRIBUCION.

El sistema de tuberías para distribución es doble: de alta presión (acero inoxidable) entre el cilindro y el regulador reductor de presión, y de baja presión (aleación de aluminio) que provee el oxígeno a una presión entre 50 y 75 lbs./pulg^2. hacia 4 estaciones de la cabina de pilotaje, para el capitán, 1er. oficial, operador de sistemas y un observador.

REGULADOR DE PRESION DEMANDA.

En cada una de las estaciones de la cabina de pilotaje se encuentra un regulador automático de presión demanda, idéntico en estructura y funcionamiento a los que previamente se han descrito, por lo que no se citan más detalles en esta descripción, para no incurrir en repeticiones.

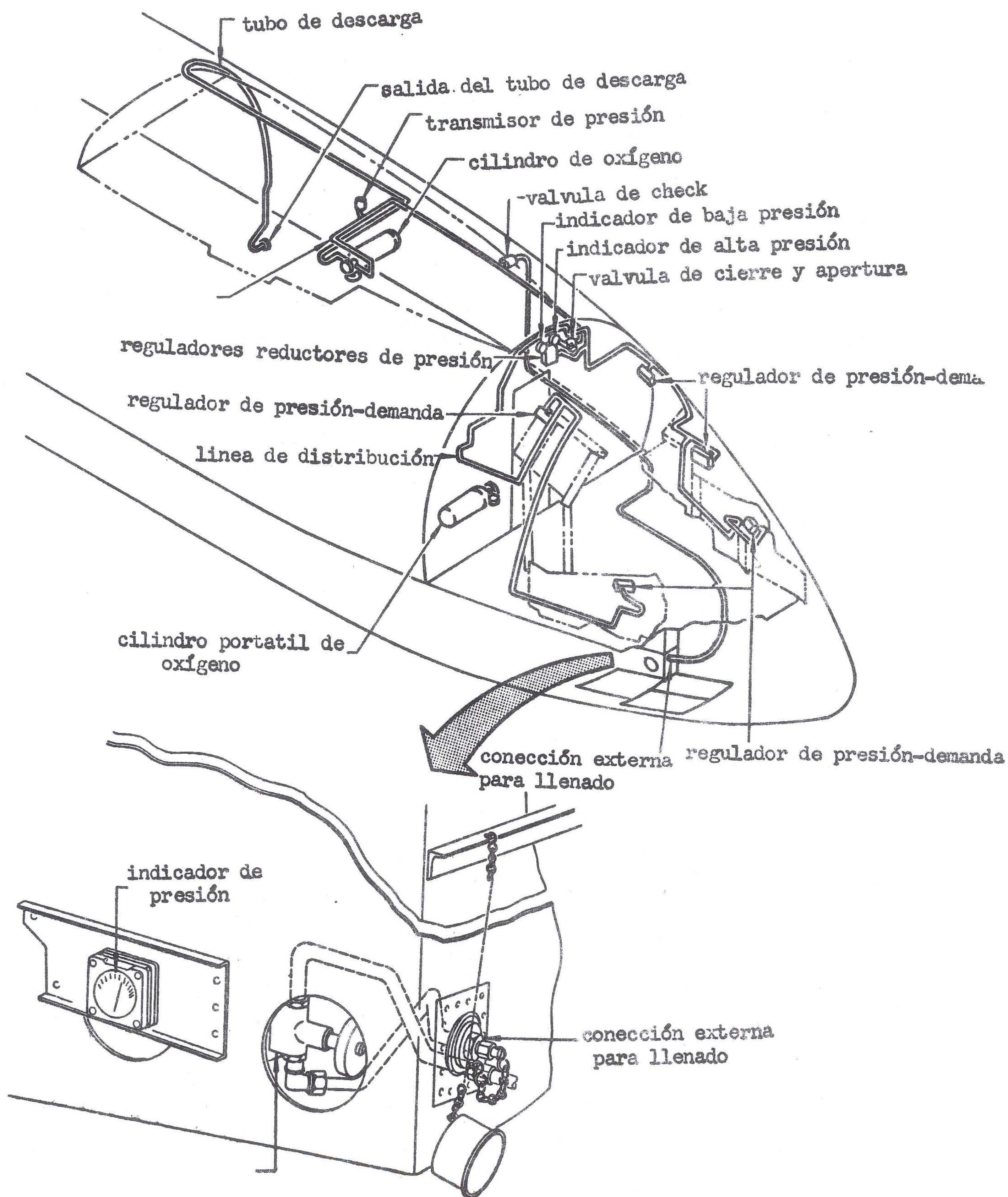


Figura No. 62 Localización de los componentes del sistema de oxígeno para tripulantes en el avion Boeing-720.

MASCARAS DE O_2 PARA TRIPULANTES:

Las máscaras de O_2 para tripulantes son del tipo de presión-demanda, proveyéndose una por cada miembro de la tripulación; igualmente se provee a cada tripulante con una máscara para cubrir toda la cara, para en caso - de humo o vapores, la cual, al igual que la máscara oronasal para abastecimiento de O_2, está conectada al regulador de presión demanda; una válvula en cada estación de la cabina de pilotaje corta el abastecimiento de O_2; cuando una u otra de las máscaras está en uso.

UNIDAD PORTATIL DE OXIGENO PARA TRIPULANTES.

En el mamparo que separa la cabina de pilotaje se localiza la - unidad portátil de O_2 para tripulantes; es un cilindro de 11 pies cúbicos de - capacidad, de alta presión (1850 lbs./pulg^2), que consta de una válvula de cierre y apertura, un regulador reductor de presión con doble salida (demanda y - flujo continuo), un indicador de presión, válvula para llenado, y una máscara tipo demanda que cubre ojos, nariz y boca.

5.25.2 SISTEMA PARA ABASTECIMIENTO DE OXIGENO A LOS PASAJEROS EN EL -- AVION BOEING 720. (Fig. No. 63).

GENERALIDADES:

El sistema provee automáticamente de oxígeno a cada pasajero y sobrecargo en caso de descompresión de la cabina, cuando la presión de ésta alcanza el equivalente a una altitud de 14,000 pies o más.

RECIPIENTES DE ALMACENAMIENTO.

El oxígeno para abastecimiento a los pasajeros en el avión - -- Boeing 720 está almacenado en forma gaseosa en 4 cilindros de 114 pies cúbicos de capacidad, de alta presión (1850 lbs./pulg^2). contenidos en una caja de fibra de vidrio situada un poco atrás de la puerta del compartimiento trasero de carga. Cada cilindro está provisto de una válvula de cierre y apertura con -- dos salidas; una para el tubo de descarga de seguridad para en caso de expansión térmica del O_2 dentro del cilindro, con iguales características que la -- descrita para el sistema de tripulantes, y la otra que conduce el oxígeno hacia los reguladores reductores de presión, que en número de dos, reducen la -- presión del O_2 del cilindro a una presión media entre 450 y 350 lbs./pulg.^{2}; - los reguladores reductores de presión están localizados en el compartimiento - trasero de carga, arriba de los cilindros de O_2.

VALVULA DE CONTROL AUTOMATICO.

Arriba de los cilindros de O_2 en el compartimiento trasero de - carga, está situada una válvula de control automático la cual por estar en contacto directo con aire de la cabina, inicia automáticamente el flujo de oxígeno de los cilindros hacia el sistema, cuando la presión de aquella disminuye - hasta la correspondiente a una altitud de 14,000", o más; está provisto de una palanca de re-set (re-colocar) para cerrar manualmente la válvula.

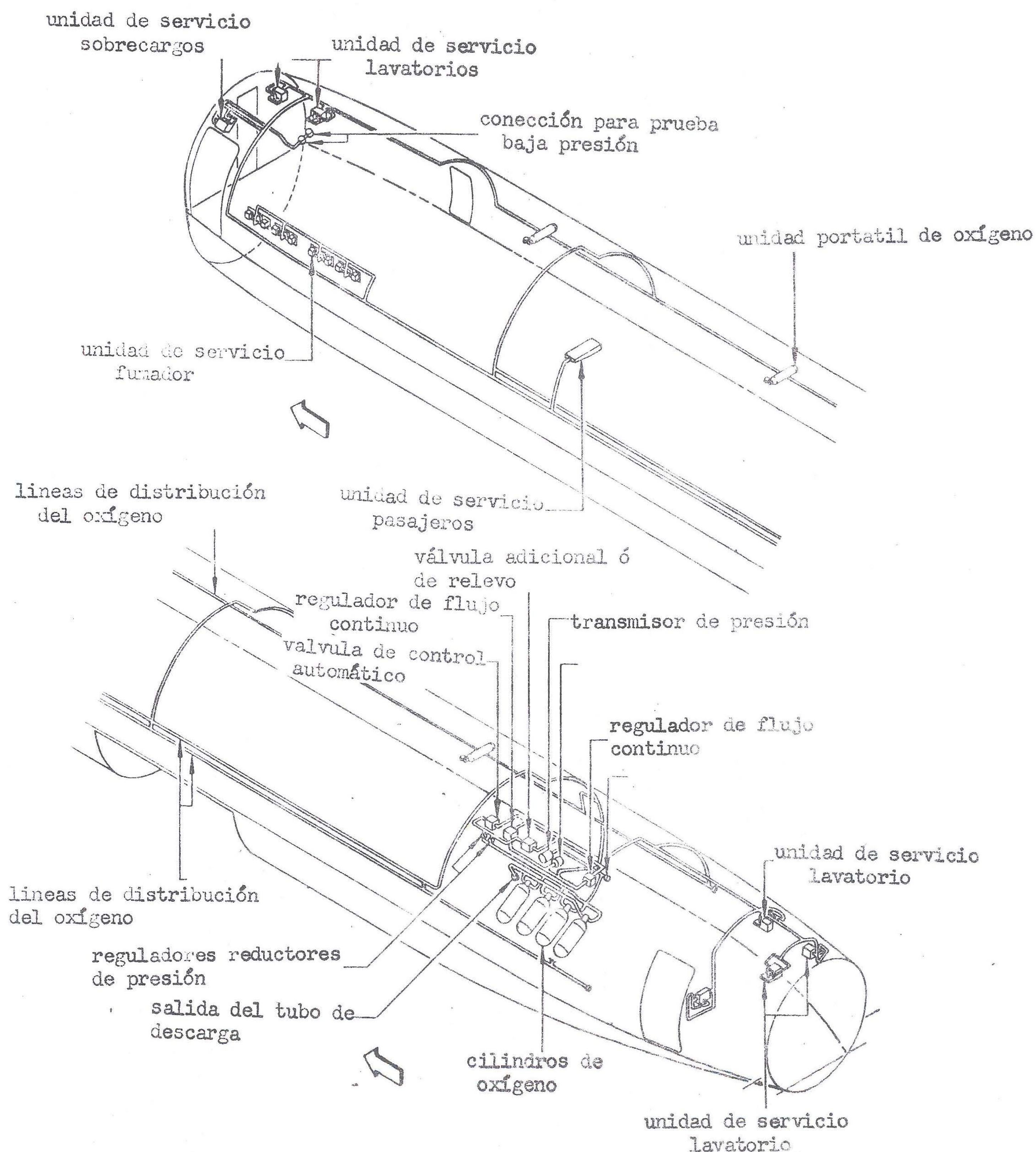


Figura No. 63 - Localización de los componentes del sistema de oxígeno para pasajeros en el avión Boeing - 720.

VALVULA ADICIONAL O DE RELEVO.

Es una válvula operada mediante la acción de un soleonoide, que se controla electricamente con un contacto en el tablero de instrumentos situado arriba del asiento del capitán; tiene por objeto iniciar el flujo de oxígeno de los cilindros en caso de falla de la válvula automática, o cuando se requiera el empleo de oxígeno a una presión por abajo del equivalente de los - - 14,000'; para cerrarla se actua una palanca que la misma válvula tiene, por lo cual previamente se oprime el botón de re-set (re-colocar), a fin de vaciar de oxígeno el sistema de tubería.

REGULADORES DE FLUJO CONTINUO COMPENSADOS CON LA ALTITUD.

En número de dos, y conectados en paralelo se encuentran los reguladores de flujo contínuo compensados con la altitud los cuales, como su nombre lo indica, regulan a una presión de acuerdo con la altitud de la cabina, - el flujo de oxígeno hacia los compartimientos de máscaras en la cabina de pasajeros, en los lavatorios y en las estaciones para sobrecargos; están dotados - de una válvula de relevo para que en caso de falla de regulador, el oxígeno escape hacia la cabina, protegiendo así de una presión excesiva la sección de -- baja presión del sistema de tuberías de distribución.

SISTEMA DE DISTRIBUCION.

Al igual que en el sistema para tripulantes, el sistema de tubería de distribución de 02 para pasajeros es doble; de alta presión (acero inoxidable) entre el cilindro y los reguladores de flujo continuo, y de baja presión (aleación de aluminio) entre los reguladores de flujo continuo y las conexiones del sistema en los compartimientos para máscaras. En la sección de baja presión existen conexiones en bayoneta para prueba del sistema, y en el compartimiento trasero de carga existe una conexión para prueba de la sección de alta presión. Los compartimientos de máscaras en las unidades de servicio para pasajeros, situadas arriba de cada fila de asientos, estan conectadas con - las salidas del sistema de distribución por medio de mangueras flexibles de 36 pulgadas de largo hechas de nylon tygon; las demás unidades de servicio en los lavatorios y para sobrecargos, están conectadas directamente a las tuberías de distribución.

COMPARTIMIENTOS DE MASCARAS.

En cada una de las unidades de servicio para pasajeros situadas arriba de cada fila de asientos se encuentra el compartimiento para máscaras, el cual aloja en su interior 2 o 3 máscaras según la disposición de los asientos; el compartimiento está cerrado por una puerta, la cual se abre automáticamente mediante la actuación de una válvula de check por medio de la presión -- del O_2 en el sistema de tuberías; al actuar la válvula de check destraba la -- puerta y las máscaras caen; en caso de falla de la válvula, la puerta puede -- abrirse manualmente mediante la actuación de un botón para tal objeto, colocado en la unidad de servicio.

VALVULA DE LA UNIDAD DE SERVICIO PARA PASAJEROS.

En cada unidad de servicio para pasajeros está localizada una - válvula rotatoria provista de un resorte unido a la palanca de control de la - válvula; la válvula se abre y permite el paso de oxígeno hacia la máscara solo cuando ésta es jalada hacia abajo por el pasajero, y permanece abierta hasta - que manualmente se cierra; la válvula incluye un orificio para restringir el - flujo de oxígeno, mediante el cual se reduce la presión del oxígeno y se pro-- vee una cantidad correcta de ésta a la máscara. Cada una de las válvulas adya centes al asiento del pasillo está equipada con un orificio de mayor tamaño, - que permite el paso a su trabés de un flujo equivalente al doble de la capacidad normal, para uso de la sobrecargo y para su empleo en niños.

MASCARAS DE OXIGENO PARA PASAJEROS Y SOBRECARGOS.

Las máscaras de oxígeno para pasajeros y sobrecargos son del tipo de flujo continuo; están hechos de material plástico y cubren la boca y naríz; consta de 3 válvulas de check que permiten tanto la entrada de aire de la cabina como la de O_2 de la bolsa de re-respiración; están conectadas a la unidad de servicio por medio de una manguera de plastico transparente, y se fijan a la cara del pasajero por medio de cintas para tal objeto.

UNIDADES PORTATILES DE LA CABINA DE PASAJEROS.

En el compartimiento para sombreros de la cabina de pasajeros se encuentran 4 unidades portátiles para abastecimiento de O_2; son cilindros de - 11 pies cúbicos de capacidad de alta presión (1800 lbs./pulg2) provistas de un regulador reductor de presión atornillado al cilindro, una válvula de cierre y apertura, un regulador de demanda, un indicador de presión, una salida para -- flujo contínuo, un dispositivo para llenado del cilindro y una máscara que cubre toda la cara; el regulador provee un flujo constante de O2, de 3 Rts. por minuto a través de la salida de flujo continuo, y la máscara está conectada a la salida del regulador a través de una manguera flexible.

OPERACION DEL SISTEMA.

El sistema para abastecimiento de oxígeno a los pasajeros em-- pieza a operar automáticamente cuando la presión de la cabina es equivalente a una altitud de 14,000'; la válvula automática sensible continuamente a la altitud de la cabina, se abre cuando se alcanza la presión equivalente a esa altitud e inicia así el flujo de oxígeno; en caso de falla de la válvula automática, el flujo de O_2 al sistema puede iniciarse medinte la actuación del switch eléctrico situado en el tablero arriba de la estación del capitán, que opera - el solenoide de la válvula de relevo; en una forma u otra, el oxígeno fluye de los cilindros hacia los dos reguladores reductores de presión y finalmente hacia las líneas de distribución; la presión del O_2 en dichas líneas opera la -- válvula de check del compartimiento de máscaras, destraba el mecanismo de cierre de éstos y la compuerta se abre, con lo cual las máscaras caen; cuando el pasajero jala las máscaras hacia abajo abre la válvula rotatorio de la unidad de servicio, con lo cual el O_2 fluye hacia la máscara; cuando el sistema está en uso se encienden luces de aviso en la estación del piloto y en las de los - sobrecargos; estas luces se apagan cuando se ha terminado el O_2 en el sistema.

5.26 SISTEMA PARA ABASTECIMIENTO DE OXIGENO EN EL AVION BOEING 727.

GENERALIDADES:

El sistema para abastecimiento de oxígeno en el avión Boeing - 727, al igual que los que se han descrito anteriormente es tambien doble, es decir, independientemente abastece a los tripulantes en la cabina de pilotaje y a los pasajeros y sobrecargos. El sistema para abastecimiento a los tripulantes está diseñado para abastecer de O_2 durante 4 horas de vuelo normal a - un piloto en los controles del aeroplano, en el control del regulador de presión demanda colocado en la posición de "NORMAL", y con una presión de cabina equivalente a una altitud de 8,000' de altitud, además provee oxígeno para 5 miembros de la tripulación durante 1 hora después de una descompresión. El - sistema de flujo continuo para 114 pasajeros y 4 sobrecargos provee oxígeno a éstos, de acuerdo con el siguiente patrón de descenso:

1 minuto de retardo a 40,000 pies.

2 minutos de descenso de 17,000 pies.

8 minutos a 17,000 pies.

1 minuto de descenso a 14,000 pies.

48 minutos a 14,000 pies, para el 10% de los pasajeros.

El sistema para abastecimiento de oxígeno en el Boeing 727 es estructural y funcionalmente idéntico al que se ha descrito anteriormente para el Boeing 720, por lo que aquí solo se mencionaran algunos aspectos en los que los sistemas difieren, en el sistema para abastecimiento a los pasajeros y sobrecargos.

1. Los cilindros para abastecimiento de O_2 para pasajeros en el Boeing 727 son en número de dos de 114 pies cúbicos de capacidad de alta - presión (1850 $lbs/pulg^2$); en el Boeing 720 estos son en número de 4.

2. En el B-272 el contacto eléctrico para actuar la válvula - adicional o de relevo, y la luz de aviso de que el sistema está en uso, están en la estación del operador de sistemas, en vez del tablero del capitán, como en el B-720.

LAG/yg.

B I B L I O G R A F I A .

1. Aerospace Medicine.- Maj. Gne. H.G. Armstrong, U.S.A.F. (Ret.) The William & Wilkins Company, Baltimore 1961.

2. Flight Surgeons Manual. AF-Manual 161-1. Dept. of the Air Force.

3. Physiology of flight. AFP-160-10-4. Dept. of the Air Force.

4. Your body in flight AFP-160-10-3. Dept. of the Air Force.

5. Physiological Training. AF-Manual 52-13. Dept. of the Air Force.

6. Aviation Physiology by Paul Evans, M.D.L.E. Morehouse, Ph. D. and Smith W. Ames, Capt. USAF.; University of Southern, California.

7. Field Service Digest. Issue 47. Feb. 1963. Lockheed California Co.

8. The Flying Physician.- Vol. 6 No. 2, April 1962.

9. Oxygen equipment, Technical Manual; Maintenance instructions. T.O. 15X-1-1. USAF.

10. Oxygen Breathing equipment.- Catolog 3481. Scott Aviation Corporation, Lancaster, N.Y.

11. DC-6B.- Line maintenance Instructions Manual. Vol. II. Chapter 21. Douglas Aircraft Col. Santa Mónica, California.

12. DC-8.- Maintenance Manual. Chapter 35. Douglas Aircraft Co. Inc. Long Beach, California USA.

13. The De Havilland Comet 4C-Operations Manual.- Descriptions of oxygen systems. The De Havilland, Co.

14. DC-9.- Crew and passenger oxygen systems.- L-B-32180. April 20, 1965. Douglas Aircraft Company, Inc. Long. Beach, California.

15. Boeing 720 Oxygen systems.- Description and operation; Maintenance Manual.- Chapter 35.- The Boeing Aircraft Co. Seattle, Washington.

16. Boeing 727.- Oxygen systems.- Doc. No. DC-3538.- The Boeing Aircraft Co., Seattle, Washington.


202